

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СКОРСЬКОГО»
Інженерно-фізичний факультет
Кафедра високотемпературних матеріалів та порошкової металургії**

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

_____ Мазур В. І.

«__» _____ 2020 р.

ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ

на здобуття ступеня бакалавра

**за освітньо-професійною програмою «Нанотехнології та комп'ютерний
дизайн матеріалів»**

спеціальності 132 Матеріалознавство

на тему: «Виробництво деталей для високотемпературних вузлів тертя»

Виконав:

студент IV курсу, групи ФН-61

Завертанний Олег Олександрович _____

Керівник:

Доцент, к.т.н. Троснікова І.Ю. _____

Консультант:

з організаційно-економічного розділу

Доцент, к.е.н. Нараєвський С. В. _____

з охорони праці

Доцент, к.т.н. Арламов О. Ю. _____

з нормоконтролю

Доцент, к.т.н. Білик І.І. _____

Рецензент:

Ст.викл., к.т.н. Аршук М. В. _____

Засвідчую, що у цьому дипломному
проекті немає запозичень з праць інших
авторів без відповідних посилань.

Студент _____

Київ – 2020 року

ВІДОМІСТЬ ДИПЛОМНОГО ПРОЄКТУ

№ з/п	Формат	Позначення	Найменування	Кількість листів	Примітка
1	A4		Завдання на дипломний проект		
2	A4	ДП ФН61.6105.1103.003.01ПЗ	Пояснювальна записка	74	
3	A4	ДП ФН61.6105.1103.003.02АС	Специфікація	1	
4	A1	ДП ФН61.6105.1103.003.02АС	Плакат	1	
5	A4	ДП ФН61.6105.1103.003.03МП	Специфікація	1	
6	A1	ДП ФН61.6105.1103.003.03МП	Плакат	1	
7	A4	ДП ФН61.6105.1103.003.04ПД	Специфікація	1	
8	A1	ДП ФН61.6105.1103.003.04ПД	Плакат	1	

					ДП ФН61.6105.1103.003			
Зм.	Арк.	ПІБ	Підпис	Дата	Відомість дипломного проекту			
Розроб.		Завертанний						
Перевір.		Троснікова						
Реценз.								
Н. Контр.								
Зав.каф..								
					Літ.		Арк.	Аркушів
								1
					КПІ ім. Ігоря Сікорського Каф. ВТМІМ Гр. ФН-61			

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
Інженерно-фізичний факультет
Кафедра високотемпературних матеріалів та порошкової металургії
Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)
Спеціальність – 132 «Матеріалознавство»
Освітньо-професійна програма – «ОПП Нанотехнології та комп'ютерний дизайн матеріалів»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Мазур В. І.

«__» _____ 2020 р.

ЗАВДАННЯ

на дипломний проект студенту

Завертанному Олегу Олександровичу

1. Тема проекту: Виробництво деталей для високотемпературних вузлів тертя, керівник проекту Троснікова Ірина Юріївна, к.т.н, доцент, затверджені наказом по університету від «21» травня 2020 р. № 1132-с.
2. Термін подання студентом проекту 18.06.2020р.
3. Вихідні дані до проекту: плановий обсяг виготовленої продукції 10 тон; аналіз стану виробництва деталей для високотемпературних вузлів тертя; технологічний процес повинен забезпечувати більш високі техніко-економічні показники в порівнянні з тими, що існують на сьогодні - зносостійкість, міцність, твердість. Ці показники залежать від матеріалу, пористості, форми та розміру частинок порошку.
4. Зміст пояснювальної записки:
Технологічний розділ:
 - обґрунтувати актуальність проектування дільниці деталей для високотемпературних вузлів тертя;
 - вибрати матеріал виробів відповідно до поставлено завдання та умов їх роботи;

- вибрати технологію, за якою будуть виготовлятися деталі для високотемпературних вузлів тертя;
- провести необхідні розрахунки та скласти баланс матеріалів;
- вибрати та розрахувати необхідну кількість технологічного обладнання.

Розділ охорони праці

- визначити шкідливі та небезпечні виробничі фактори;
- розробити заходи для попередження впливу шкідливих та небезпечних виробничих факторів;
- розробити заходи протипожежної безпеки та захисту навколишнього середовища.

Енергетичний розділ

- провести розрахунок кількості електроенергії, необхідної для забезпечення нормальної роботи цеху;

Організаційний розділ

- обґрунтувати необхідну чисельність робітників та управлінського персоналу, розмір фонду їх заробітної плати, визначити показники продуктивності праці;

Економічний розділ

- довести, що розроблений проект ефективний.

5. Перелік графічного матеріалу (із зазначенням обов'язкових креслень, плакатів, презентацій тощо):

1. Апаратурно-технологічна схема ділянки, що проектується;
2. Креслення плану ділянки, що проектується із зазначенням на ньому місцезнаходження технологічного обладнання;
3. Креслення спеціального агрегату;
4. Таблиця економічних показників.

6. Консультанти розділів проекту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Організаційно-економічний	Доцент, к.е.н., Нараєвський С. В.	13.04.20	07.06.20
Охорони праці	Доцент, к.т.н., Арламов О. Ю.	13.04.20	08.06.20
Нормоконтроль	Доцент, к.т.н. Білик І.І.	13.04.20	11.06.20

7. Дата видачі завдання 17.05.2020р.

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проекту	Термін виконання етапів проекту	Примітка
1	Літературний пошук. Вибір матеріалу для виготовлення деталей	18.05.2020- 22.05.2020	
2	Вибір технологічного процесу та його опис	23.05.2020- 25.05.2020	
3	Матеріальні розрахунки. Розрахунок необхідної кількості технологічного обладнання	26.05.2020- 31.05.2020	
4	Розробка розділу охорони праці	01.06.2020- 03.06.2020	
5	Розробка енергетичного розділу	04.06.2020- 07.06.2020	
6	Розробка організаційного та економічного розділів проекту	08.06.2020- 11.06.2020	
7	Виконання графічної частини проекту	12.06.2020- 14.06.2020	
8	Оформлення дипломної записки	15.06.2020- 16.06.2020	

Студент _____

О.О.Завертанний

Керівник проекту _____

І.Ю.Троснікова

**Пояснювальна записка
до дипломного проекту
на тему:
«Виробництво деталей для високотемпературних
вузлів тертя»**

Київ – 2020 року

РЕФЕРАТ

Дипломний проект за освітньо-професійною програмою складається із пояснювальної записки, що має: стор. – 72, рис. – 5, табл. – 20, літ. – 11 і графічної частини із 3 креслень і 1 плакату.

ВУЗЛИ ТЕРТЯ, ПОРОШКИ, АНТИФРИКЦІЙНИЙ МАТЕРІАЛ, РІЗУЧИЙ ІНСТРУМЕНТ.

У дипломному проєкті викладено літературний огляд щодо сучасного стану виготовлення деталей вузлів тертя.

Метою роботи є розробка технологічного процесу виготовлення підшипника ковзання для роботи у вузлах тертя. Розрахунок кількості необхідного обладнання, заходів з охорони праці, організаційних та економічних показників виробництва.

Для досягнення поставленої мети в роботі вирішуються наступні задачі:

- вибір матеріалу, що забезпечить необхідні властивості виробу;
- розробка технологічного процесу;
- розробка економічних, енергетичних, організаційних та питань з охорони праці.

Об'єкт дослідження: підшипники ковзання.

Предмет дослідження: технологічні параметри виготовлення підшипників ковзання для вузлів тертя.

					ДП ФН-61.6105.1103.003.01ПЗ		
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	РЕФЕРАТ		
Розроб.							
Перев.							
Н. Контр.							
Затв.							
					Літ.	Аркуш	Аркушів
						7	1
					КПІ імені Ігоря Сікорського каф. ВТМ та ПМ гр. ФК-зг61		

ABSTRACT

The diploma project for the educational-professional program consists of an explanatory note, which has: p. - 72, fig. - 5, table. - 20, lit. - 11 and a graphic part of 3 drawings and 1 poster.

FRICITION UNITS, POWDER, ANTIFRICATION MATERIAL, CUTTING TOOL.

The diploma project contains a literature review of the current state of manufacturing parts of friction units.

The purpose of the work is to develop the technological process of manufacturing a plain bearing for work in friction units. Calculation of the amount of necessary equipment, labor protection measures, organizational and economic indicators of production.

To achieve this goal, the following tasks are solved in the work:

- choice of material that will provide the necessary properties of the product;
- development of technological process;
- development of economic, energy, organizational and labor protection issue.

Object of research: sliding bearings.

Subject of research: technological parameters of production of sliding bearings for friction units.

					ДП ФН-61.6105.1103.003.01ПЗ		
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.					ABSTRACT		
Перев.							
Н. Контр.							
Затв.							
					Літ.	Аркуш	Аркушів
						8	1
					КПІ імені Ігоря Сікорського каф. ВТМ та ПМ гр. ФН-61		

ЗМІСТ

ВСТУП.....	10
1 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ.....	12
1.1 Вибір і обґрунтування технологічного процесу.....	12
1.1.1 Вибір матеріалу.....	12
1.1.2 Вибір схеми технологічного процесу.....	16
1.2 Опис технологічного процесу.....	18
1.2.1 Обґрунтування асортименту продукції в технічних умовах на неї...	19
1.2.2 Вибір сировини, характеристика та технічні вимоги до неї.....	22
1.2.3 Опис технологічних операцій.....	24
1.3 Розрахунок і складання балансу матеріалів.....	26
1.4 Вибір і розрахунок кількості обладнання.....	29
1.4.1 План розміщення обладнання.....	32
2 ЕНЕРГЕТИЧНИЙ РОЗДІЛ.....	34
3 РОЗДІЛ ОХОРОНИ ПРАЦІ.....	38
4 ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ РОЗДІЛ.....	45
5 ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ.....	52
ВИСНОВКИ.....	67
CONCLUSIONS.....	68
ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	69
ДОДАТКИ.....	70

					ДП ФН-61.6105.1103.003.01ПЗ		
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.					ЗМІСТ		
Перев.							
Н. Контр.							
Затв.							
					Літ.	Аркуш	Аркушів
						9	1
					КП імені Ігоря Сікорського каф. ВТМ та ПМ гр. ФН-61		

ВСТУП

Пористі підшипники почали застосовувати більше 80 років тому, і за цей час масштаб їх виробництва досяг значних розмірів. Річний випуск пористих підшипників досить значний у відношенні до всієї металокерамічної продукції. Таке значне поширення виробництва пористих підшипників пояснюється рядом їх переваг перед звичайними литими антифрикційними матеріалами.

Відомо, що кращими антифрикційними властивостями володіють матеріали з дрібнозернистою структурою, що складається з твердих і м'яких складових. Металокерамічні пористі антифрикційні матеріали найбільш повно задовольняють цим вимогам. Метод порошкової металургії дозволяє широко варіювати хімічний склад антифрикційних матеріалів і вводити такі елементи, які не можна ввести в звичайні литі матеріали. Наявність пор забезпечує відмінну прироблюваність і дозволяє з успіхом використовувати для підшипників матеріали, які в компактному стані не володіють антифрикційними властивостями, наприклад залізо. З іншого боку, пори створюють постійний резервуар масла, яке весь час забезпечує низький коефіцієнт тертя. Здатність пористих підшипників самозмащуватись (за рахунок видавлювання масла з пор на поверхні, що труться) дозволяє в ряді випадків взагалі відмовитися від підведення масла ззовні, що дуже важливо для важкодоступних вузлів машин, а також в тих випадках, коли можливий брак продукції внаслідок попадання в неї мастила від маслопроводів.

Простота установки і експлуатації металокерамічних пористих підшипників, а також можливість отримання їх калібрувальним пресуванням у вигляді готових деталей остаточних розмірів, котрі не мають потреби в обробці різанням, є важливою перевагою (у порівнянні з литими підшипниками ковзання).

					ДП ФН-61.6105.1103.003.01ПЗ		
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.					ВСТУП		
Перев.							
Н. Контр.							
Затв.							
					Літ.	Аркуш	Аркушів
						10	2
					КПІ імені Ігоря Сікорського каф. ВТМ та ПМ гр. ФН-61		

Крім того, пористі металокерамічні підшипники на відміну від шарикових підшипників працюють абсолютно безшумно. Металокерамічні пористі підшипники вигідно відрізняються від литих і тим, що технологія їх виготовлення виключно проста.

					ДП ФН-61.6105.1103.003.01ПЗ	Арк.
						11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Вибір і обґрунтування технологічного процесу

1.1.1 Вибір матеріалу

Пористі антифрикційні матеріали на основі заліза є найпоширенішими. Вони успішно конкурують з литими сплавами типу бабітів і бронз.

Пористе залізо - це найбільш простий тип матеріалу, що має структуру фериту. При достатній кількості мастила тривала працездатність пористого заліза забезпечується при навантаженнях 2-2,5 МПа і швидкості ковзання 1-2 м/с ($P_v = 2,5-5,0 \text{ МПа} \cdot \text{м/с}$). Зі збільшенням швидкості ковзання в режимі самозмащування допустима величина навантаження різко зменшується і значення P_v не перевищує 0,7-1,6 МПа·м/с. При експлуатації робоча температура підшипника з пористого заліза не повинна перевищувати 70-80 °С.

Пористе залізо після просочення пор маслом застосовують в якості прядильних кілець, підшипників апаратури, приладів, лічильно-обчислювальних пристроїв і т. д. Коефіцієнт заповнення пор маслом повинен бути не нижче 75% для виробів з пористістю $\leq 20\%$ і не нижче 95% для виробів з пористістю $\geq 25\%$.

Залізграфітові матеріали. Вперше залізграфітовий матеріал, названий «Воизит», був отриманий Р.Р. Копржива. Промислове застосування воізитових втулок показало високі експлуатаційні властивості цього матеріалу. Застосування воізита в вузлах тертя особливо при складній подачі змащення або неприпустимості його застосування в умовах сильної запиленості середовища, частих пусках і зупинках механізмів, при великих навантаженнях і малих швидкостях ковзання (наприклад, напрямні втулки, підшипники валів зі зворотно-поступальним рухом).

					ДП ФН-61.6105.1103.003.01ПЗ		
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ		
Розроб.							
Перев.							
Н. Контр.							
Затв.							
					Літ.	Аркуш	Аркушів
						12	21
					КП імені Ігоря Сікорського каф. ВТМ та ПМ гр. ФН-61		

Основними компонентами для виготовлення залізографітових матеріалів є: залізний порошок, графіт і в невеликих кількостях мідь, сірка та фосфор. У залізографітові матеріали вводять в основному від 1 до 4% графіту. Графіт в антифрикційних матеріалах виконує подвійну роль: розчиняючись в залізі збільшує міцність металевої основи, а нерозчинний залишок графіту грає роль твердого змащення.

Залізографітові матеріали мають перліто-феритну структуру. Кількість феритної складової залежить від вихідного вмісту графіту і умов спікання. Найбільшою зносостійкістю володіє перлітна структура. Зміст феритної складової допускається до 50% і залежить від режиму роботи підшипникового вузла. Спечені залізографітні матеріали наближаються за триботехнічними властивостями до сірих чавунів, але мають кращу прироблюваність.

Для залізографітових підшипників існують максимально допустимі навантаження, при перевищенні яких вони втрачають працездатність: різко збільшуються темп зношування, коефіцієнт тертя і температура в зоні тертя.

Стабільними властивостями і структурою володіє залізографітовий матеріал, що містить 0,8-1,0% графіту. Гранична швидкість ковзання для залізографітових матеріалів становить 2-3 м/с. При швидкості ковзання 2,5 м / с коефіцієнт тертя стає нестабільним і змінюється в межах 0,54-0,0125, а при швидкості ковзання 4 м / с залізографітові матеріали практично непрацездатні.

Підвищення експлуатаційних властивостей пористого заліза і залізографітових матеріалів досягається легуванням і введенням різних добавок. Введення міді в залізографітові матеріали покращує їх властивості за рахунок отримання більш однорідної структури, збільшення твердості, зменшення усадки при спіканні, стабілізації розмірів деталей.

Композиції залізо-мідь-графіт здатні забезпечувати працездатність підшипників при безперервній подачі мастила і P_v до 7,0 МПа·м/с. Для роботи в умовах обмеженої кількості мастила рекомендуються композиції з підвищеним вмістом графіту (4-15%) і міді (4-12%). Подальше поліпшення залізографітових матеріалів досягається при їх легуванні фосфором, марганцем, цинком, оловом.

					ДП ФН-61.6105.1103.003.01ПЗ	Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Матеріали на основі міді. Першими порошковими антифрикційними матеріалами на основі міді, які почали застосовуватися в промисловості, були олов'яні бронзи. Оптимальні антифрикційні і механічні властивості забезпечуються при 9-11% Sn. Пористість зазвичай становить $P = 15-35\%$; $\sigma_b = 76-140$ МПа; $\delta \approx 5\%$; $P_v = 1,5-2,5$ МПа · м / с.

Пористі бронзи застосовують для виготовлення підшипників, що працюють в легких умовах, що характеризуються малими швидкостями ковзання $<1,5$ м / с і невеликими навантаженнями 0,5-1,0 МПа. В умовах додаткового змащення граничне навантаження може скласти 8 МПа при $v = 1$ м/с. З підвищенням швидкості ковзання до 6 м/с навантаження знижується до 1 МПа.

Широке поширення отримали спечені самозмащувальні підшипники ковзання з композицій бронза-графіт, в яких вміст графіту зазвичай становить 2-4%; Sn - 8-10% і Cu - 86-90% (по масі).

Бронзографіти складу 90% Cu, 9% Sn і 1% графіту із загальною пористістю 10-12% застосовують для виготовлення шестерень редуктора електродвигуна. Такий матеріал пористістю 5-7% забезпечує самозмащування шестерень і при цьому володіє досить високими механічними властивостями ($\sigma_b = 180-150$ МПа). Однак через низьку пластичність і недостатньо високі триботехнічні характеристики бронзографіти мало застосовують у вузлах тертя, що зазнають ударних навантажень, без рідинних мастил.

Для роботи при підвищених температурах використовують композиційний матеріал, що містить до 25% дисульфиду вольфраму з металевою матрицею складу: Cu + 4-10% Sn + 5-15% Ni.

Для роботи в умовах підвищених тисків (до 5 МПа) і високих швидкостей ковзання (до 50 м / с) використовують спечені високопористі бронзи, просочені фторопластом. Характеристики міцності цих матеріалів нижчі, ніж у бронзографітових матеріалів, а коефіцієнти тертя однакові.

При роботі в особливих умовах (внаслідок значної зносостійкості) для вузлів тертя застосовують тугоплавкі метали і сполуки.

					ДП ФН-61.6105.1103.003.01ПЗ	Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

На основі карбіду вольфраму виготовляють кільця, кульки і сідла клапанів з властивостями: твердість HV 9,5-18 ГПа, $\gamma = 11,5-15 \text{ г / см}^3$, $\sigma_B = 120-280 \text{ МПа}$ і $\alpha = (5-6) \cdot 10^{-6} \text{ К}^{-1}$. Підвищеною твердістю, міцністю, в'язкістю, стійкістю до абразивного зносу, термічною стабільністю і інертністю до агресивних середовищ володіє новий клас матеріалів на основі боридів титану, цирконію і гафнію, в яких міститься 87,5-70% боридів і 12,5-30% порошку металу цієї групи.

Для підшипників ковзання, що працюють при підвищених температурах, застосовують композиції W-BN. Зносостійкість композицій визначається вмістом бориду BN. Збільшення вмісту BN від 10 до 20% знижує знос вольфраму в діапазоні швидкостей ковзання до 5,5 м / с і при малих навантаженнях.

Матеріали на основі карбідів, нітридів, боридів можуть бути використані тільки до температури 500-600 ° С на повітрі. Їх коефіцієнт тертя в цих умовах близький до 0,2 в області оптимальних умов роботи і знижується з підвищенням температури. Величина коефіцієнта тертя залежить від матеріалу контртіла. Найбільш низькі його значення досягаються при терті в парі з графітом (табл.1.1).

Таблиця 1.1 – Порівняльні характеристики механічних і експлуатаційних властивостей антифрикційних матеріалів

Матеріал	Пористість, %,	Плотність, г/см ³	Твердість НВ, КГ/мм ²	Предел прочности на растя- жение, КГ/мм	R_0 , кгм/см ² ·сек	Средняя предель- ная наг- рузка, КГ/см ²
Пористое желе- зо	20	6,20	58	14	170	66,0
Железографит с 3% графита	23	6,00	40—60	12—19	270	110,0
Бронза ОЦС 6-6-3	—	8,82	60	15	120	45,0
Баббит Б-83	—	7,40	30	9	—	101,0

Підсумовуючи вищесказане та дані таблиці 1.1 для виготовлення деталей високотемпературних вузлів тертя матеріалом з оптимальними властивостями є

матеріал ЖГр4Д7 (4 % С и 7 % Cu) з робочою температурою підшипника ковзання до 600 °С.

1.1.2 Вибір схеми технологічного процесу

Технологічний процес виробництва пористих залізографітових підшипників простий і полягає в змішуванні вихідних порошків, пресуванні і спіканні пресовок в атмосфері захисного газу. Отримувані при цьому пористі заготовки піддаються потім додатковій обробці, яка найчастіше обмежується просоченням маслом і калібруванням.

У ряді випадків після спікання заготовки піддають сульфидуванню або оксидуванню, що сприяє підвищенню експлуатаційних властивостей готових виробів. На рисунку 1.1 наводиться принципова технологічна схема виробництва залізографітових пористих підшипників.



Рисунок 1.1 – Принципова технологічна схема виробництва пористих залізографітових підшипників

1.2 Опис технологічного процесу

1.2.1 Обґрунтування асортименту продукції в технічних умовах

					ДП ФН-61.6105.1103.003.01ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

В даний період розвитку технологій, світ прагне до зменшення геометричних розмірів при збільшенні параметрів роботи, та інших службових характеристик в матеріалі. При відносно не складній технології отримання виробів.

Розглянемо нероз'ємні нерегульовані підшипники, які складаються з циліндричної втулки і корпусу, який прикріплюється до машини або становить з нею одне ціле. Гладка або з бортом втулка запресовується в корпус або ставиться по одній з перехідних посадок і стопориться гвинтом або штифтом. Товщина стінки втулки від 2 до 10 мм відповідно для валів діаметром 10-100 мм.

Для подачі мастильного матеріалу є відповідні отвори, для рівномірного його розподілу по довжині підшипника - масляні канавки, а для забезпечення постійного мастила навантаженої зони підшипника - масляний карман (холодильник).

Технічні вимоги до підшипників ковзання:

1. Граничні відхилення отворів у втулках і вкладишах - по Н7, Н8, Н9, а цапфи вала - по f₇, e та d в 7, 8 і 9-м квалітетах в залежності від призначення підшипників. Шорсткість поверхні Ra в межах від 1 мкм (для 7-го квалітету) до 3 мкм (для 9-го квалітету).

2. Отвір в підшипнику повинен мати правильну циліндричну форму.

3. Торці підшипника повинні бути перпендикулярні осі отвору.

4. Отвори всіх опор вала повинні бути співвісні.

5. Вкладиші роз'ємних підшипників повинні бути пригнані до гнізд корпусу до повної відсутності люфту. Допускається лише закусування щупа 0,04 мм в окремих місцях на довжині не більше 20 мм. Борт втулки повинен щільно прилягати до торця корпусу, проходження щупа 0,05 мм неприпустимо.

6. Вкладиші повинні бути надійно закріплені в корпусі від провертання і осьового зсуву.

7. При відсутності даних про посадку цапфи і вкладиша зазор між ними може бути обраний по довідковій таблиці.

					ДП ФН-61.6105.1103.003.01ПЗ	Арк.
						17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

8. Розточування і розгортання отвори вкладиша повинні проводитися після його установки і закріплення в корпусі підшипника.

9. Канавки для рідкого мастильного матеріалу повинні бути розташовані в середині ненавантаженої зони вкладиша, а для пластичного мастильного матеріалу - тим ближче до зони тиску, ніж повільніше обертається і важче навантажений вал. Канавка повинна виконуватися довжиною рівній 80% довжини підшипника і не доходити до торця підшипника на 10% довжини. Форма канавки: для горизонтальних підшипників - прямолінійна або вигнута, для вертикальних підшипників - кільцева у верхнього кінця вкладиша або спіральна з напрямком спіралі протилежно напрямку обертання, для підп'ятників - кільцева. При обертанні на нерухомій цапфі підшипника, канавка виконується на цапфі.

Виходячи із технічних вимог до підшипника ковзання обрано для нього оптимальну геометрію (рис. 1.2). Зовнішній діаметр втулки підшипника 10 мм, внутрішній діаметр – 8 мм, а довжина – 12 мм.

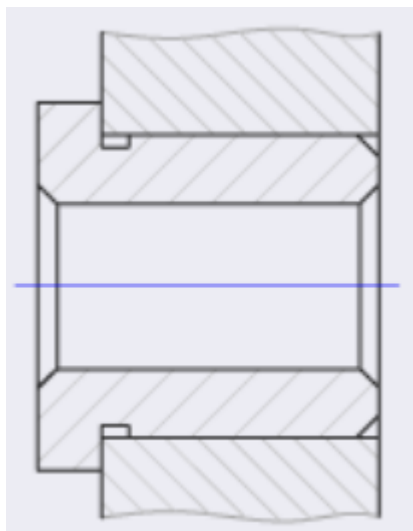


Рисунок 1.2 – Креслення нероз'ємного нерегульованого підшипника ковзання

1.2.2 Вибір сировини, характеристика та технічні вимоги до неї

Для виготовлення антифрикційних матеріалів з урахуванням заліза використовують залізні порошки, електролітична мідь (ЦМТУ 4451-54) і графіт. Вибір того чи іншого сорту порошку заліза обумовлений насамперед

					ДП ФН-61.6105.1103.003.01ПЗ	Арк.
						18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

міркуваннями економічності, а також технологічними властивостями порошку. Практика ряду заводів дозволяє зробити висновок, що основним вихідним матеріалом для масового виробництва металокерамічних деталей є залізний порошок ГОСТ 9849-61.

Графіт використовують той же, що і волівці (ГОСТ 4404-58). Знаходять застосування також графітовий концентрат і графіт електровугільного виробництва.

1.2.3 Опис технологічних операцій

Перед введенням в шихту залізний порошок піддають відновлювального відпалу для зменшення вмісту залишкового кисню, а також для зняття наклепу, що покращує технологічні властивості порошку. Відпалений залізний порошок, а також порошки міді і графіту просівають через сита № 025-018, після чого засипають в потрібному співвідношенні в змішувач. У виробництві залізографітових виробів найчастіше використовують конусні змішувачі різної ємності.

Для поліпшення якості перемішування в суміш порошків додають бензин або машинне масло в кількості до 2% (по масі). Тривалість змішування коливається в межах 2-4 години. Введення масла в шихту поряд з поліпшенням змішування компонентів шихти і скороченням втрат порошку за рахунок зменшення розпилення сприятливо позначається на процес пресування, але в той же час погіршує плинність шихти.

Пресування пористих втулок здійснюється в сталевих прес формах на гідравлічних пресах при питомому тиску 5 Т / см^2 . Пресування деталей з певною залишковою пористістю здійснюється зазвичай пресуванням по питомому тиску. В цьому випадку отримання постійної щільності для однакових наважок порошку, забезпечує сталість висоти пресованих деталей.

Пресування контролюють за масою і розмірами. Зазвичай контролю піддають 5 пресовок від кожної партії. Розміри пресовок повинні відрізнятися від креслярських на величину усадки при спіканні і припуску на калібрування.

					ДП ФН-61.6105.1103.003.01ПЗ	Арк.
						19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Пресовки спікають в камерних електричних печах. Захисна атмосфера в цьому випадку створюється за рахунок засипки з деревного вугілля. Треба відзначити, що при такому методі спікання спостерігається деяке коксування виробів, однак отримана при цьому структура і властивості відповідають технічним вимогам.

Втулки упаковують в контейнер, пересипають дрібним деревним вугіллям, закривають кришкою і обмазують вогнетривкою глиною. Температура спікання дорівнює 1070°C , тривалість спікання 4 години. Спечені вироби повільно охолоджуються на повітрі в закупорених контейнерах. Гарна упаковка деталей в контейнер і застосування деревного вугілля вологістю від 4 до 12% забезпечують отримання деталей без окисних плівок зі стабільними властивостями і структурою.

Контроль спечених залізграфітових пористих виробів проводиться по мікроструктурі, щільності і твердості.

На нетравленому шліфі контролюють рівномірність розподілу пор. Мікроструктура залізграфітових виробів, спечених при температурі 1050°C , повинна представляти перлітну основу з включеннями графіту, пор і фериту. Твердість втулок вимірюють на твердомірі.

Щільність визначають розрахунковим способом або гідростатично на 2-3 втулках з партії. Спечені і термічно оброблені пористі втулки піддають просочення маслом, яке служить мастилом в процесі їх експлуатації. Для просочення використовують масла, які зазвичай застосовують для змащення підшипників: машинне №2, С і СВ.

Пористі вироби можна просочувати нагріванням в масляній ванні на продовженні 2 годин при температурі $110-120^{\circ}\text{C}$ з подальшим охолодженням в холодному маслі.

Одночасне калібрування внутрішньої та зовнішньої поверхні деталі здійснюється завдяки застосуванню незакріпленого плаваючого пуансона.

					ДП ФН-61.6105.1103.003.01ПЗ	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.3 Розрахунок і складання балансу матеріалів

Річний план на виготовлення продукції складає 10 тон. Тому обрахуємо кількість матеріалу який потрібно затратити на кожний день виробництва та на кожну операцію з технологічної схеми. Для визначення кількості днів, при яких буде працювати виробництво, потрібно врахувати неробочі дні, свята, плановий ремонт устаткування, вихідні дні. І відняти це все від загальної кількості днів у році. Таким чином дізнавшись кількість днів, можна обрахувати масу матеріалу яку необхідно затратити на кожний день виробництва за формулою 1.1:

$$A = \frac{G}{n}. \quad (1.1)$$

де G – річний випуск продукції, кг;

n – кількість робочих днів на рік.

Баланс часу роботи цеху наведено у таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 – Розрахунок кількості днів виробництва

№	Характеристика	Кількість днів
1	Загальна кількість днів	365
2	Вихідні дні	104
3	Загально національні свята	9
4	Час на планово-попереджувальний ремонт	12
5	Неробочі дні підприємства	125
6	Істинні робочі дні	240

$$A = 10000/240 = 42 \text{ (кг)}$$

Так при переробці вихідної продукції виникають втрати, врахуємо їх, тобто кількість матеріалу потрібно брати з надлишком, для запобігання цього явища.

Кількість матеріалу що надходить на першу операції, в перший день обраховуємо з урахуванням втрат за формулою 1.2:

					ДП ФН-61.6105.1103.003.01ПЗ	Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$A_0 = A/\varphi * 100 \quad (1.2)$$

де φ – вихід придатного по всьому процесу.

Так як технологічна схема включає 5 операції, то це необхідно враховувати.

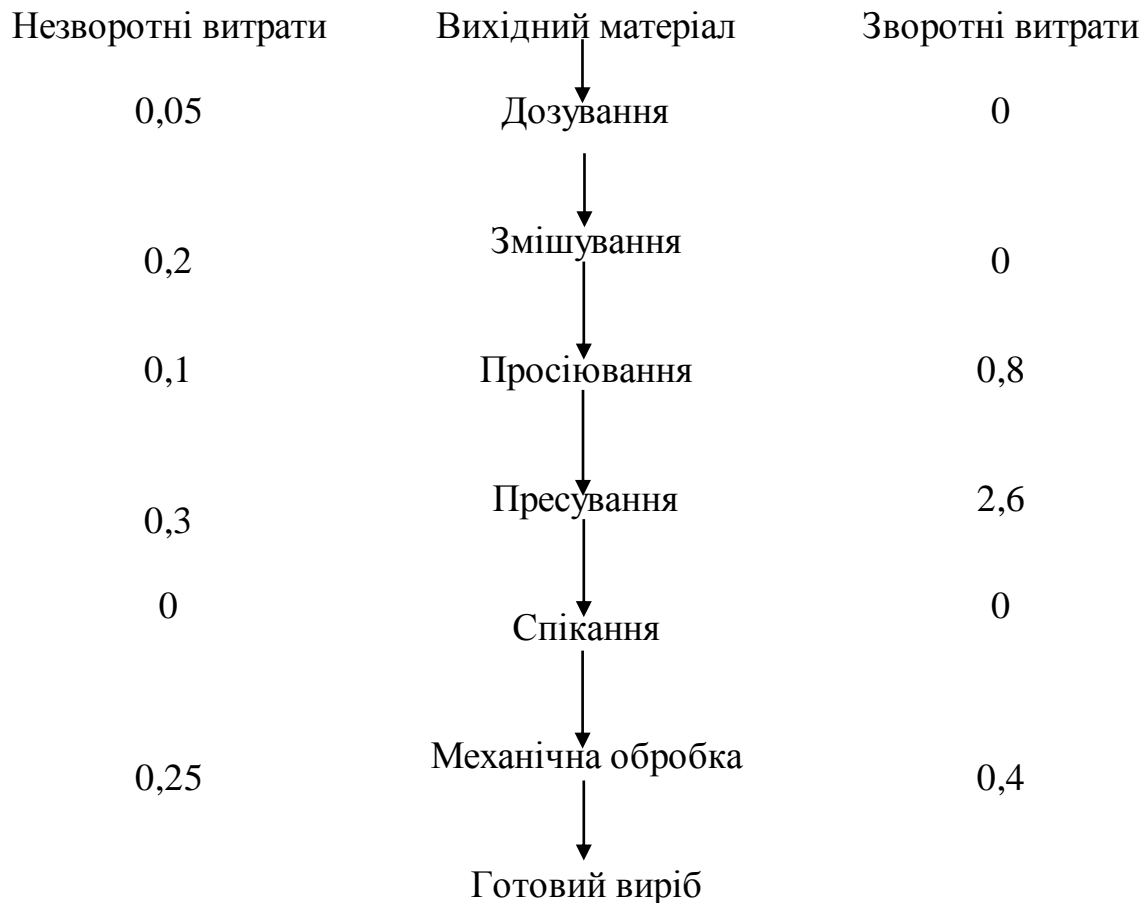


Рисунок 1.3 – Витрати на операція з виготовлення електричних матеріалів

Вилучення прямого поопераційного витягу на кожній операції визначаємо за формулою 1.3:

$$\eta = 100 - (a + b) \quad (1.3)$$

де a – зворотні втрати;

b – незворотні втрати.

- 1) Визначимо загальний поопераційний витяг на додаткових операціях за формулою 1.3:

$$\eta_1 = 100 - (0,05 + 0) = 99,95\%$$

$$\eta_2 = 100 - (0,2) = 99,8\%$$

$$\eta_3 = 100 - (0,1 + 0,8) = 99,1\%$$

$$\eta_4 = 100 - (0,3 + 2,6) = 97,1\%$$

$$\eta_5 = 100 - (0,25 + 0,4) = 99,3355\%$$

2) Визначаємо загальний витяг на кожній операції відносно вихідного матеріалу за формулою:

$$\varphi_n = \left(\frac{n_1}{100} * \frac{n_2}{100} \dots \frac{n_n}{100} \right) * 100 = \frac{n_1 n_2 \dots n_n}{100^n} \quad (1.5)$$

$$\varphi_1 = \eta_1 = 99,95 \%$$

$$\varphi_2 = \frac{\eta_2 \varphi_1}{100} = 99,75 \%$$

$$\varphi_3 = \frac{\eta_3 \varphi_2}{100} = 98,85\%$$

$$\varphi_4 = \frac{\eta_4 \varphi_3}{100} = 95,98 \%$$

$$\varphi_5 = \frac{\eta_5 \varphi_4}{100} = 95,35 \%$$

3) Кількість сировини, що потрібно використати у 1 день виробництва вираховується за формулою 1.3:

$$A_0 = 42/95,35 * 100 = 44,1 \text{ (кг)}$$

4) Визначаємо втрати відносно вихідного матеріалу на кожній операції. Розрахунки проводимо згідно формули 1.6:

$$\alpha_n(\beta_n) = (\alpha_n(\beta_n) * \varphi_{n-1})/100 \quad (1.6)$$

Зворотні

$$\alpha_1 = \alpha_1 = 0$$

$$\alpha_2 = 0$$

$$\alpha_3 = 0,8 * 99,75/100 = 0,798$$

$$\alpha_4 = 2,6 * 98,85/100 = 2,57$$

$$\alpha_5 = 0,4 * \frac{95,98}{100} = 0,383$$

Незворотні

$$\beta_1 = \beta_1 = 0,05$$

$$\beta_2 = 0,2 * 99,95 = 0,2$$

$$\beta_3 = 0,1 * 99,75 = 0,1$$

$$\beta_4 = 0,3 * 98,85 = 0,297$$

$$\beta_5 = 0,25 * 95,98 = 0,239$$

5) Абсолютні витрати становлять за формулою 1.7:

$$q_n^a(q_n^b) = (A_0 \alpha_n(\beta_n))/100 \quad (1.7)$$

Зворотні

$$q_1^a = 0$$

$$q_2^a = 0$$

Незворотні

$$q_1^b = 42 * 0,05/100 = 0,021$$

$$q_2^b = 42 * 0,2/100 = 0,084$$

					ДП ФН-61.6105.1103.003.01ПЗ	Арк.
						23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$q_3^a = 42 * 0,798/100 = 0,335$$

$$q_3^b = 42 * 0,1/100 = 0,042$$

$$q_4^a = 42 * 2,57/100 = 1,08$$

$$q_4^b = 42 * 0,297/100 = 0,125$$

$$q_5^a = 42 * \frac{0,383}{100} = 0,161$$

$$q_5^b = 42 * 0,239/100 = 0,101$$

6) Обрахуємо масу зворотних витрат, та масу яка повинна надходити на початок процесу:

$$B = A_0 - \sum q \quad (1.8)$$

$$B = 44,1 - (1,576) = 42,524(\text{кг})$$

7) Маса матеріалу що надходить і виходить з кожної операції:

Перша операція:

-надходить: 42 (кг).

-відійшло: $42 - 0,021 = 41,79$ (кг).

На другу операцію:

-надходить: 41,79 та зворотні витрати із 3,4, та 5 операції, загальна маса становить $41,79 + (0,355 + 1,08 + 0,161) = 44,386$ (кг).

-відходить: $44,386 - 0,084 = 44,302$ (кг).

На третю операцію:

-надходить: 44,302 (кг).

-відходить: $44,302 - (0,335 + 0,042) = 43,905$ (кг).

На четверту операцію:

-надходить: 43,905 (кг).

-відходить: $43,905 - (1,08 + 0,125) = 42,7$ (кг).

На п'яту операцію:

-надходить: 42,7 (кг).

-відходить: $42,7 - (0,161 + 0,101) = 42,438$ (кг).

Дані були занесені до таблиці 1.4, а також було розраховано кількість матеріалу, яка надходить на кожну операцію.

					ДП ФН-61.6105.1103.003.01ПЗ	Арк.
						24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 1.4 – Поопераційний матеріальний баланс

Назва операції	Поопераційні витрати, %			Пряме вилучення, %	Загальне вилучення, %	Втрати відносно введеного матеріалу, %		Абсолютні витрати, кг		Маса матеріалу, що надходить на операцію, кг			Маса матеріалу, що виходить з операції, кг
	зворотні	незворотні	загальні			зворотні	незворотні	зворотні	незворотні	З попередньої оп.	Зворотні витрати	Всього	
Дозування	0.000	0.050	0.050	99.950	99.950	0.000	0.050	0.000	0.021	42.000	0.000	42.000	41.790
Змішування	0.000	0.200	0.200	99.800	99.750	0.000	0.200	0.000	0.084	41.790	1.569	44.386	44.302
Просіювання	0.800	0.100	0.900	99.100	98.852	0.798	0.100	0.335	0.042	44.302	0.000	44.302	43.905
Пресування	2.600	0.300	2.900	97.100	95.986	2.570	0.297	1.08	0.125	43.905	0.000	43.905	42.700
Спікання	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	42.700	0.000	42.700	42.700
Механічна обробка	0.400	0.250	0.650	99.350	95.362	0.384	0.240	0.161	0.101	42.700	0.000	42.700	42.438

1.4 Вибір і розрахунок кількості обладнання

1.4.1 План розміщення обладнання

Обладнання для здійснення технологічного процесу обирають виходячи з наступних основних вимог.

Обладнання, що обирають повинно бути стандартним, це знижує його вартість та полегшує ремонт (стандартні запасні частини), відрізняються простотою конструктивних рішень вузлів, деталей та їх складання.

Обладнання повинно відповідати сучасному рівню розвитку науки і техніки, тобто забезпечувати максимальну продуктивність при мінімальній чисельності обслуговуючого персоналу, сприяти зниженню витрат матеріалів

та енерговитрат, дозволяти без суттєвих конструктивних змін вводити механізацію, автоматизацію управління та регулювання технологічних режимів.

Обладнання повинно відповідати вимогам техніки безпеки. Продуктивність допоміжного обладнання (транспортне обладнання, насоси, вентилятори) повинна бути, як правило, вище продуктивності основного обладнання, тобто необхідний резерв для підвищення розрахункових норм продуктивності основних агрегатів шляхом використання передових технологій.

Вибір кожного типу обладнання повинен бути обґрунтовано, як з точки зору виконання вимог технологічного процесу, так і у відповідності з вказаним раніше. При розрахунку кількості одиниць кожного типу обладнання необхідно виходити з поопераційного балансу матеріалів технологічного процесу, з якого відома маса та об'єм матеріалу, що переробляється на даному обладнанні. Розрахункова кількість одиниць обладнання визначається за формулою 1.9:

$$n_{\text{роз}} = \frac{G}{p \cdot t} \quad (1.9)$$

де G - маса матеріалу, що перероблюється, кг;

					ДП ФН-61.6105.1103.003.01ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

p - продуктивність агрегату, кг/год.;

τ - кількість годин роботи на добу.

Звичайно $n_{\text{роз}}$ дробне число, яке округлюють до найближчого більшого цілого числа. Для складного обладнання, яке потребує частого ремонту або незамінного іншими типами, фактичне число обладнання приймають на одиницю більше, тобто $n_{\text{роз}} + 1$. На основі отриманих даних розраховують коефіцієнт завантаження обладнання за формулою 1.10:

$$K = \frac{n_{\text{роз}}}{n_{\text{ф}}} \quad (1.10)$$

Обладнання для дозування. Були обрано ваги марки РП-600Ц-136, які можуть працювати в діапазоні від 30 до 600 кг. Основною доцільністю вибору є зручність та простота у використанні.

Обладнання для змішування. На цій операції відбувається змішування вихідних компонентів системи. Застосування млинів для цієї операції найрізноманітніше. Можливе застосування кульових, атриторних, планетарних, та інших.

В нашому випадку доцільно використовувати кульовий млин МШМ – 40, який має наступні характеристики:

1. Об'єм барабана - 0,4 м³;
2. Потужність двигуна - 3,0 кВт;
3. Габаритні розміри (LxBxH) – 2,47x1,85x1,5 м;
4. Вартість 160 тис. грн.

Продуктивність можна розрахувати за наступними формулами 1.11, 1.12:

$$G_3 = V_6 \varphi_{3.м} \eta_p \gamma_{\text{нас}} \quad (1.11)$$

$$p_m = \frac{G_3}{t_m} \quad (1.12)$$

Знаючи таким чином, що V_6 об'єм барабану, коефіцієнт заповнення ($\varphi_{3.м}$), і коефіцієнт розпушення (η_p) становлять відповідно 0,5 та 0,28.

					ДП ФН-61.6105.1103.003.01ПЗ	Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Насипна щільність становить 0,2-0,3 від насипної щільності матеріалу. Час розмелу (t_m) в нашому випадку становить 2-4 години, підставивши ці дані в формули отримаємо наступні значення:

$$G_3 = 0,4 * 0,5 * 0,28 * 7170 * 0,2 = 80,3(\text{кг})$$

$$p_m = \frac{80,3}{3} = 26,8\left(\frac{\text{кг}}{\text{год}}\right)$$

Таким чином, знаючи продуктивність та масу матеріалу, яка використовується кожний день, можна розрахувати кількість обладнання. Час роботи цеху 8 годин, кількість матеріалу 44,386 кг. Тому необхідна кількість млинів:

$$n_3 = \frac{44,386}{26,8 * 8} = 0,21$$

Обираємо 1 млин з коефіцієнтом заповнення:

$$K_3 = \frac{0,21}{1} = 0,21$$

Встановлено що на даному вузлі потрібно 1 млин з коефіцієнтом заповнення 0,21.

Просіювання. Для даної операції широко застосовуваним є протиральне сито для протирки сумішей порошків, просушених.

Характеристики сита:

продуктивність – 0,8 т/год;

розмір дек – 0,5 м²;

встановлена потужність – 1,0 кВт;

габаритні розміри (L×B×H) – 0,8×0,95×2,2 м;

приблизна вартість – 4000 грн.;

Продуктивність для нашого випадку визначається за формулою:

$$P_c = 36hV_c K_p v \delta * 10^3, \quad (1.13)$$

де h – висота засипки матеріалу (10мм);

					ДП ФН-61.6105.1103.003.01ПЗ	Арк.
						28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

K_p – коефіцієнт розрихлення матеріалу (0,4);

v – швидкість переміщення порошку (1 м/с);

δ – густина матеріалу (7170 кг/м³)

$$P_c = (36 \cdot 0,001 \cdot 0,95 \cdot 0,4 \cdot 1 \cdot 7170 \cdot 10^3) / 3600 = 27,1 \text{ кг/год.}$$

Розраховуємо кількість необхідного обладнання:

$$N = G / p\tau = 44,302 / (27,1 \cdot 8) = 0,2;$$

де τ – час роботи цеху (8 год.)

Кількість обладнання – 1 сито з коефіцієнтом завантаження, який складає:

$$K_3 = 0,02 / 1 = 0,02$$

Обладнання для пресування. Однією із найважливіших операцій є пресування. В нашому випадку можливе застосування практично всіх пресів, як гідравлічних, так і механічних, але доцільним буде використання механічних пресів. Так як під час пресування відбувається полімеризація, то слід використовувати гідравлічні преси із індукційним нагрівом прес-форми.

Необхідне зусилля пресування визначається наступним чином:

$$P = 1,25 * p_{\text{пр}} * S_{\text{пр}} \quad (1.14)$$

Деталь має циліндричну форму з $D = 10,0$ мм та $d = 8,00$ мм, звідси площа пресування становитиме:

$$S = \frac{\pi}{4} (10,00 - 8,00)^2 = 3,14 \text{ (мм}^2\text{)} = 0,0314 \text{ (см}^2\text{)}$$

Розрахуємо зусилля пресування, враховуючи що тиск пресування складає 0,5ГПа, тобто 5 Т/см².

$$P = 1,25 * 5 * 0,0314 = 2 \text{ (кН)}$$

Виходячи з цих даних, було обрано гідравлічний прес з ЧПУ фірми «DORST» Німечинна, модель ТРА10. Який має наступні характеристики:

1. Зусилля пресування 100 кН;

					ДП ФН-61.6105.1103.003.01ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

2. Число ходів пресування 5–10 ;
3. Найбільша висота засипки 75 мм;
4. Потужність 3,0 кВт;
5. Габарити (НхВхL), 1200х450х800 мм;
6. Вага 800 кг.

Розрахуємо кількість деталей, яку необхідно виробляти за день, розділивши масу яку потрібно виготовити за 1 день, на масу 1 деталі :

$$N = \frac{43,905}{(7,2 * 0,03768) * 1000} = 161\,834 \text{ (шт)}$$

Кількість пресів що необхідно застосувати на даній операції розраховуємо за формулою 1.15:

$$N_{\text{пр}} = \frac{N}{K * 60 * t} \quad (1.15)$$

де К- кількість ходів преса за хвилину, в нашому випадку 8.

Підставивши значення отримаємо:

$$N_{\text{пр}} = \frac{161\,834}{8 * 60 * 8} = 5$$

Тобто будемо використовувати 2 преси з коефіцієнтом завантаження:

$$K_3 = \frac{5}{5} = 1$$

Спикання. Втулки упаковують в контейнер, пересипають дрібним деревним вугіллям, закривають кришкою і обмазують вогнетривкою глиною. Температура спикання дорівнює 1070°C, тривалість спикання 4 години. Спечені вироби повільно охолоджуються на повітрі в закупорених контейнерах. Гарна упаковка деталей в контейнер і застосування деревного вугілля вологістю від 4 до 12% забезпечують отримання деталей без окисних плівок зі стабільними властивостями і структурою.

					ДП ФН-61.6105.1103.003.01ПЗ	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для спікання було обрано вакуумну піч марки CY-V1400 з наступними характеристиками:

- габарити – 600*600*780 мм ;
- вага – 210 кг;
- робоча температура – 1400 градусів Цельсія;
- потужність – 8 кВт;
- вартість – 500 тисяч гривень.

Щоб визначити продуктивність печі, спочатку необхідно розрахувати кількість деталей, яку потрібно обробити нам за добу. Кількість матеріалу, який поступає на дану операцію становить 42,7 кг враховуючи, що маса однієї деталі становить 1,1 г.

$$42,7 / (1,1 \cdot 0,001) = 39 \text{ штук}$$

Площа, яку займає одна деталь, становить $1,2 \text{ см}^2$, а усі $S_3 = 1,2 \cdot 39 = 47 \text{ см}^2$. При робочій зміні в у 8 годин і тривалості спікання в 2 години та враховуючи час, що необхідний на завантаження заготовок у камеру печі та її нагрів, продуктивність однієї печі становить

$$P = 4000 \cdot 2 / 1,2 = 2857 \text{ штук/зміну}$$

$$n_{\text{розрах}} = 2620 / 2857 = 0,917$$

Отже необхідна 1 вакуумна піч з коефіцієнтом завантаження:

$$K_3 = 0,917$$

Механічна обробка. Для механічної обробки було обрано калібрувальний станок марки CUT 200 Dedicated з наступними характеристиками:

- габарити станка – 2300 x 2850 x 2200 мм;
- вага - 3500 кг;
- максимальна швидкість обробки – $400 \text{ мм}^2/\text{хв}$
- мінімальна шорсткість після обробки - Ra 0.3 мкм.

Щоб визначити продуктивність станка спочатку необхідно розрахувати кількість деталей, яку потрібно обробити нам за добу. Кількість матеріалу,

					ДП ФН-61.6105.1103.003.01ПЗ	Арк.
						31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

який поступає на дану операцію становить 42,700 кг враховуючи, що маса однієї деталі становить 2,28 г.

$$42,700 / (2,28 \cdot 0,001) = 18728 \text{ штук}$$

Денна норма виготовлених деталей становить 18728 шт. Кожн у з цих деталей після спікання необхідно піддати механічній обробці. Площа оброблюваної поверхні в одній деталі становить 78,54 мм². $S_3 = 78,54 \cdot 18728 = 1\,470\,898 \text{ мм}^2$

$$n_{\text{розрах}} = S_3 / (P \cdot \tau) = 1\,470\,898 / (400 \cdot 8 \cdot 60) = 7,66$$

Отже приймаємо 1 калібрувальний станок з коефіцієнтом завантаження:

$$K_3 = 7,66 / 8 = 0,96.$$

Відповідно до результатів розрахунків потрібної кількості обладнання було складено зведену відомість обладнання таблиця 1.7.

1.4.1 План розміщення обладнання

Визначивши необхідну кількість технологічного обладнання, розробляємо план його розміщення в будівлі дільниці. Для цього слід визначити розміри і обриси будівлі дільниці, які мають відповідати будівельним стандартам, вибрати допоміжне, зокрема транспортувальне обладнання, передбачити зручність його обслуговування та ремонту.

Під час розроблення плану розміщення обладнання у приміщеннях, а приміщень - у будівлі, варто виходити з таких основних положень.

1. Розміщення обладнання має, як правило, відповідати напряду технологічного процесу (матеріального потоку) без пересічень шляхів вантажопотоків.

2. Характер розміщення обладнання має забезпечувати максимальну безпеку під час виконання всіх операцій з обслуговування обладнання, а також можливість проведення ремонту окремих його вузлів без ускладнення процесу роботи на сусідніх агрегатах.

					ДП ФН-61.6105.1103.003.01ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

3. Джерела енергоживлення (пічні трансформатори, генератори постійного струму, генератори високої частоти та ін.) потрібно розміщувати як найближче до установок, які вони живлять.

4. Групувати обладнання у приміщеннях слід так, щоб максимально обмежити поширення шкідливих факторів. Тому пожежонебезпечне обладнання, робота якого пов'язана з виділенням пилу чи з шумом, варто розміщувати в окремих приміщеннях.

5. Розміщення обладнання має забезпечувати можливість побудови стандартних будівель з використанням стандартних комплектуючих.

					ДП ФН-61.6105.1103.003.01ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

2 ЕНЕРГЕТИЧНИЙ РОЗДІЛ

Метою енергетичного розділу є розрахунок кількості електроенергії, необхідної для забезпечення нормальної роботи цеху, а також витрат палива, газів та інших джерел енергії

Обсяг витрат електроенергії на технологічне обладнання визначають на підставі вибору і розрахунку кількості обладнання та його потужності в режимі роботи:

$$E = M \cdot \Phi_0 \cdot \eta_{зв} \cdot K_1 \cdot K_2$$

де M - встановлена потужність обладнання, кВт;

Φ_0 – річний фонд часу роботи обладнання, год.;

$\eta_{зв}$ - Коефіцієнт завантаження обладнання.

K_1 – коефіцієнт одночасності роботи (приймається рівним: для електричних печей – 0,6; для електродвигунів – 0,3; для генераторів високочастотного нагріву – 0,8);

K_2 - коефіцієнт використання потужності (приймається рівним 0,7).

Витрати енергії піднімально-транспортного обладнання визначають виходячи з його потужності.

В умовах малотоннажних виробництв транспортувальне обладнання вибирають разом з основним, а його характеристики вносять у відомість основного обладнання.

Витрати енергії для санітарно-технічних пристроїв (вентиляції, опалення) визначають у відповідності з вимогами по охороні праці та техніки безпеки.

Витрати енергії на компресійні і вакуумні установки розраховують на основі потужності встановлених у цеху пристроїв та режимах їхньої роботи.

					ДП ФН-61.6105.1103.003.01ПЗ						
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							
Розроб.		Завертаний			ЕНЕРГЕТИЧНИЙ РОЗДІЛ			Літ.	Арк.	Акрушіє	
Перевір.		Троснікова								34	4
Реценз.		П.І.Б.						КПІ КАФ. ВТМ Іпм ФН61			
Н. Контр.		П.І.Б.									
Затверд.		П.І.Б.									

Розрахунок витрат енергії на освітлення для кожного приміщення виконують на основі загального плану цеху.

Вихідні данні для розрахунку: площа приміщення, необхідна освітлюваність і режим роботи освітлювальних пристроїв. Витрати енергії на освітлення розраховують за формулою:

$$Q = \frac{S \times q \times \tau \times f}{1000},$$

де S – освітлювальна площа, м^2 ;

q – поверхнева густина теплового потоку, $\text{Вт}/\text{м}^2$;

τ – число годин горіння на рік;

f – коефіцієнт одночасного горіння.

Величину q зазвичай приймають: для виробничих приміщень – від 11 $\text{Вт}/\text{м}^2$ до 15 $\text{Вт}/\text{м}^2$, для побутових і службових приміщень – 10 $\text{Вт}/\text{м}^2$.

Залежно від тривалості освітлювального періоду значення τ приймають рівним: для двозмінної роботи – 2500 год., для тризмінної роботи – 4700 год.

Коефіцієнт, який враховує одночасність горіння ламп, приймають: для виробничих прогонів – 0,8; для побутових та службових приміщень – 0,7; для під валів – 0,9.

Технічні ваги $E=1000*3936*0,26*0,3*0,7=214,91\text{кВт}$

Гідравлічний прес $E=22000*3936*0,43*0,3*0,7=7819,26\text{кВт}$

Вакуумна піч $E=50000*5904*0,645*0,6*0,7=79969,68\text{кВт}$

Електроерозійний станок $E=10*3840*0,9*0,3*0,7=7257,6\text{кВт}$

Прес гарячого пересування $E=50000*5904*0,645*0,6*0,7=68995,68\text{кВт}$

Склад сировини $Q=(39*10*0,7*4700)/1000=1283,1\text{кВт}$

Відділ дозування $Q=(41,9*15*0,8*2500)/1000=1257\text{кВт}$

Відділ пресів $Q=(39*15*0,8*2500)/1000=1170\text{кВт}$

Відділ спікання $Q=(63,7*15*0,8*4700)/1000=3592,68\text{кВт}$

Відділ механічної обробки $Q=(25,5*15*2500*0.8)/1000=765\text{кВт}$

					ДП ФН-61.6105.1103.003.01ПЗ	Арк.
						35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Відділ контролю $Q=(13*10*0,7*4700)/1000=427,7\text{кВт}$

Службовий коридор $Q=(63*10*0,7*4700)/1000=2072,7\text{кВт.}$

Загальнорічні витрати електроенергії на технологічне обладнання занесено до таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Загальнорічні витрати електроенергії на технологічне обладнання

Найменування споживача струму	Кількість споживачів	Потужність, кВт	Фонд робочого часу на рік	Коеф. завантаженості	Коеф. одночасності роботи	Коеф. використання потужності	Річні витрати електроенергії, кВт*год
Технічні ваги	1	1	3936	0,26	0,3	0,7	214,91
Механічний прес	1	22	3936	0,43	0,3	0,7	7819,26
Піч Спінання	1	50	5904	0,645	0,6	0,7	79969,68
Електроерозійний станок	1	2	3936	0,098	0,3	0,7	7257,6
Прес гарячого штампування	1	45	3936	0,9	0,3	0,7	79969,68

Витрати електроенергії на освітлення занесено до таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 - Витрати електроенергії на освітлення

Найменування споживача	S	q	f	t	Річні витрати, кВт*год
Склад сировини	39	10	0,7	4700	1283,1
Склад готової продукції	39	10	0,7	4700	1283,1
Відділ дозування	41,9	15	0,8	2500	1257
Відділ пресування	39	15	0,8	2500	1170
Відділ спікання	63,7	15	0,8	4700	3592,68
Відділ гарячого пресування	43,55	15	0,8	2500	1306,5
Відділ контролю	13	10	0,7	4700	427,7
Службовий коридор	63	10	0,7	4700	2072,7

3 РОЗДІЛ ОХОРОНИ ПРАЦІ

Метою розділу є виявлення та аналіз шкідливих і небезпечних факторів, під час технологічного виробництва підшипників ковзання. А також розроблення заходів захисту процесу праці робітників на виробництві, що проектується.

3.1 Характеристика об'єкту та умови його експлуатації

Технологічний процес виробництва втулки відбувається за допомогою обладнання вказаного у таблиці 3.1. План виробництва вказаний на рисунку 3.1. Так як це цех з виробництва втулки з буртом методами порошкової металургії то одним із основних шкідливих факторів в цеху є пил з порошоків заліза. Виділення пилу у повітря робочої зони виникає при транспортуванні порошкових матеріалів, зважуванні, пресуванні, розвантаженні. Небезпеку для людини може становити шум та вібрація які утворюються коли працюють гідравлічний прес та прес для гарячого штампування. Також піч та прес які працюють за температур 1000-1300 та 800 °С відповідно є джерелами інфрачервоного випромінювання. В цеху використовується обладнання, яке живиться від мережі з напругою 380 В, що може привести до ураження електричним струмом, у разі пошкодження обладнання.

Загальна площа виробничих приміщень 120 м², висота приміщення становить 6 м, довжина – 12 м, ширина – 10 м, кількість працюючих в цеху – 10 чоловік В нашому випадку площа приміщення складає 120 м², а об'єм 720 м³. Під час роботи на ділянці працює 10 осіб, звідки ми отримуємо, що площа і об'єм на одну людину складають:

					ДП ФН-61.6105.1103.003.01ПЗ		
Змн.	Арк.	ПІБ	Підпис	Дата	РОЗДІЛ ОХОРОНИ ПРАЦІ		
Розроб.	Завертанний О						
Перевір.	Троснікова І.Ю						
Реценз.							
Н. Контр.							
Затверд.							
					Літ.	Арк.	Акрушіє
						38	6

$$S_{\text{ч}} = 120/10 = 12 \text{ м}^2/\text{особу}$$

$$V_{\text{ч}} = 720/10 = 72 \text{ м}^3/\text{особу}$$

Таблиця 3.1 - Реальні та нормативні характеристики приміщень і розміщення технологічного обладнання

№	Параметр приміщення	Реальне значення	Нормативні значення
1	Площа на 1 працюючого	12 м ²	4,5 м ²
2	Об'єм на 1 працюючого	72 м ³	15 м ³
3	Мінімальна ширина проходу	2 м	1,5 м

План ділянки показано на рисунку 3.1.

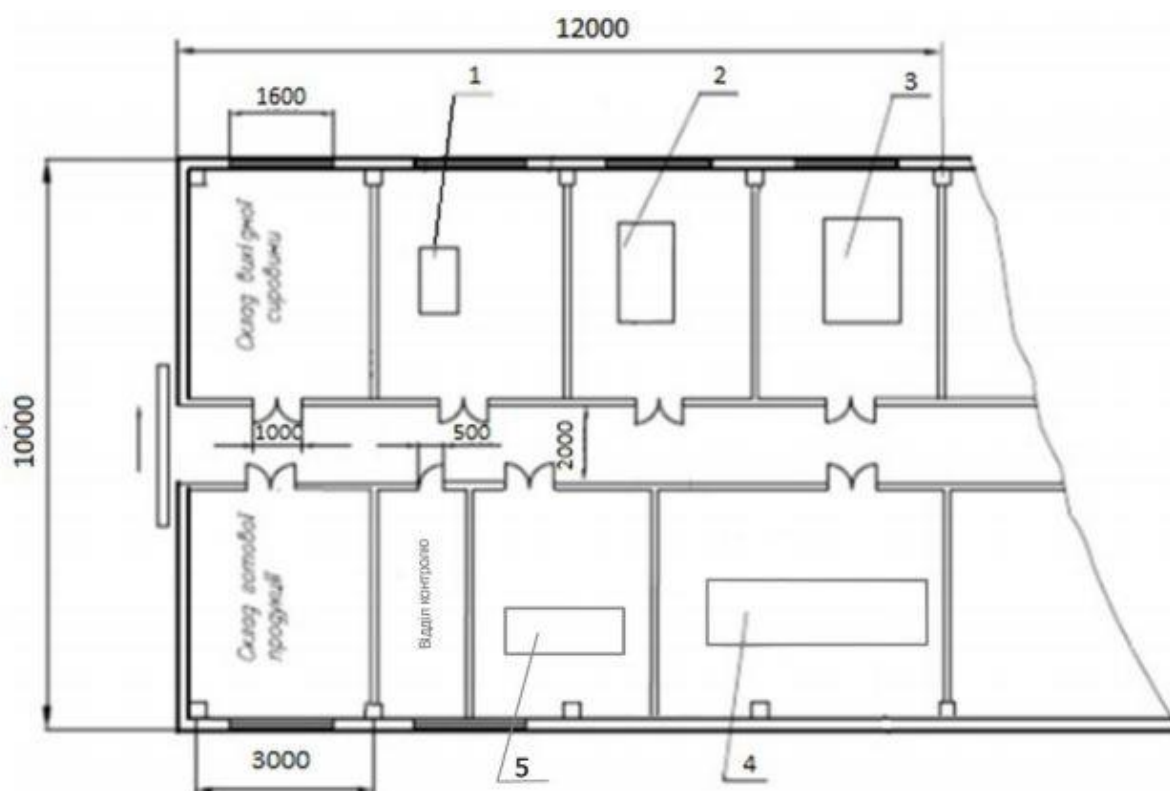


Рисунок 3.1 - План ділянки

Таблиця 3.2 - Специфікація технологічного обладнання та оснащення вибраних приміщень

№	Найменування	Розміри Д/Ш/В	Основні характеристики	Кількість	Позиція на рисунок
1	Ваги ВН-10	112/80/30	При зважуванні порошків можливе виникнення запилення приміщення	1	1
2	Гідравлічний прес DORST TPA 120	1500/1000/2700	Викликає вібрацію та шум	1	2
3	Піч CY-V1400	1500/1000/780	Випромінює інфрачервоне випромінювання	1	3
4	Прес для гарячого пресування Orma NPC 6/120	4200/1650/2050	Випромінює інфрачервоне випромінювання, викликає вібрацію та шум	1	4
5	Електроерозійний станок CUT 200 Dedicated	1,5x1x1,2	Швидкість обробки 500 мм ² /хв	1	5

3.2 Оцінка ключових небезпечних та шкідливих виробничих факторів і розроблення заходів поліпшення (нормалізації) умов праці при виконанні роботи

Параметри мікроклімату

Категорія важкості роботи з виготовлення втулок відноситься до категорії середньої важкості Пб, через те що присутня піч спікання і прес для гарячої штамповки, тому мікроклімат у цеху підтримується за такими параметрами:

- температура – 17-19 0С в холодний період року, 20-22 0С – в теплий період року;
- вологість – 40-60 %;
- швидкість руху повітря не більше 0,2 м/с.

Для підтримки необхідних параметрів мікроклімату на ділянці застосовуються установки для кондиціонування повітря (кондиціонери).

Головними небезпечними факторами в цеху є пил з порошків карбонільного заліза Виділення пилу у повітрі з'являється при

					ДП ФН-61.6105.1103.003.01ПЗ	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

транспортуванні порошкових матеріалів, змішуванні, протиранні, сушці, пресуванні та механічній обробці готових виробів. Періодичне вдихання частинок порошку може призвести до професійних захворювань, наприклад пневмонію.

У разі запилення робочого середовища примусово вмикається встановлена загальна обмінна система проточно-витяжної вентиляції, також встановлена місцева витяжна вентиляція, яка призначена для видалення забрудненого повітря безпосередньо від джерела виникнення пилу й шкідливих виділень. Для запобігання попадання пилу у дихальні шляхи працівники будуть забезпечені респіраторами.

Освітленість.

На виробництві втулок освітлення відбувається за допомогою природного бокового (рис. 3.1) та штучного освітлення, без спеціального світлового обладнання. Джерелом штучного освітлення є люмінесцентні лампи. Для місцевого освітлення використовуються лампи розжарювання.

Шум та вібрація.

Для пресувальної ділянки в період роботи гідравлічного пресу та пресу гарячого штампування рівень шуму перевищує допустимі норми, тому для зниження шуму використовується звукоізолюючі кожухи марки 1081-0159 які повністю закривають найбільш шумні агрегати, також слід зазначити персональний захист від шуму у вигляді шумозахисних навушників та вкладишів.

У виробництві при роботі пресів має місце вібрація. Для зменшення впливу вібрацій на працівника та інше обладнання використовуємо методи віброгасіння. На віброуючі пристрої встановлюється динамічне навантаження, а самі пристрої розташовуються на окремий віброізолюваний фундамет. Джерела коливань ізолювані від опорних конструкцій гумовими прокладками.

Інфрачервоне випромінювання.

					ДП ФН-61.6105.1103.003.01ПЗ	Арк.
						441
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Джерелом інфрачервоного випромінювання на виробництві є штамп для гарячого штампування та високотемпературна піч. При температурі її роботи спектр має інфрачервоні промені з довжиною хвилі 1,8–3,5 мкм. Захист відбувається з обмеженням часу перебування працівника в зоні інфрачервоного випромінювання яке обмежується 15 хвилинам та теплоізоляції, також працівника забезпечені спецодягом з бавовняної тканини з вогнестійким просоченням та окулярами зі світлофільтрами, завдяки чому – умови праці в дільниці відповідають вимогам ДСН 3.3.6.042-99.

3.3 Електробезпека

На дільниці використовується обладнання, яке живиться від мережі з напругою та 380 В з ізолюваною нейтраллю, відповідно до правил улаштування електроустановок (ПУЕ-2017). Приміщення цеху з виготовлення деталей методами порошкової металургії, за ступенем небезпеки ураження електричним струмом відноситься до класу приміщень з особливою небезпекою ураження електричним струмом, через присутність на виробництві струмопровідного пилу та електрообладнання

Щоб запобігти ураженню струмом використовується захисне заземлення системи TN разом з ним використовується автоматичне вимикання живлення, а саме при замикання фази на корпус електроустаткування та появи в мережі більш високої напруги, згідно вимог ПУЕ-7 «Заземлення і захисні заходи електробезпеки».

Також перед використанням установок щодня їх ретельно перевіряє черговий електрик, щоб вчасно виявити несправність.

Для попередження ураження електричним струмом на підприємстві використовуються знаки безпеки, а також інструкції і плакати. На всьому обладнанні, а також кожухах, що закривають електроапаратуру, є напис

					ДП ФН-61.6105.1103.003.01ПЗ	Арк.
						42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

"Висока напруга". Також весь персонал пройшов інструктаж з техніки безпеки.

3.4 Пожежна безпека

Приміщення цеху за ступенем вибухової та пожежної небезпеки, відноситься до категорії Б. Пожежна та вибухова небезпечність процесів зумовлена використанням тонко-дисперсних порошків металів і легко-спалахуючих допоміжних металів. Джерелами виникнення пожежі і вибуху може бути також піч спікання та прес для гарячого пресування.

Для запобігання самозаймання різних матеріалів, таких як мастила розроблені правила їх зберігання та використання. Зберігати ці речовини необхідно у металевій, щільнозачиненій тарі.

Для запобігання пожежі у цеху працює потужна місцева вентиляція. Раз на тиждень у відділеннях цеху проводиться вологе прибирання.

Для ліквідації пожежі передбачено у приміщенні цеху розташований щит з протипожежним інвентарем відповідно до ДСТУ 4490:2005, та у всіх відділах розташована система автоматичного пожежогасіння.

Один раз у квартал проводяться планові навчання евакуації з цеху. В разі пожежі безпечну евакуацію людей забезпечують евакуаційні виходи.

В кожному приміщенні в наявності є план евакуації (рис. 3.2).

Після проведення аналізу виробництва, а саме: мікроклімату, освітлення, вібрації шуму, електричної безпеки та пожежної безпеки. Все перелічене знаходиться в допустимих нормах. Прийнято рішення, що при дотриманні вище встановлених правил, підприємство не порушує правил та заходів щодо охорони праці.

					ДП ФН-61.6105.1103.003.01ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

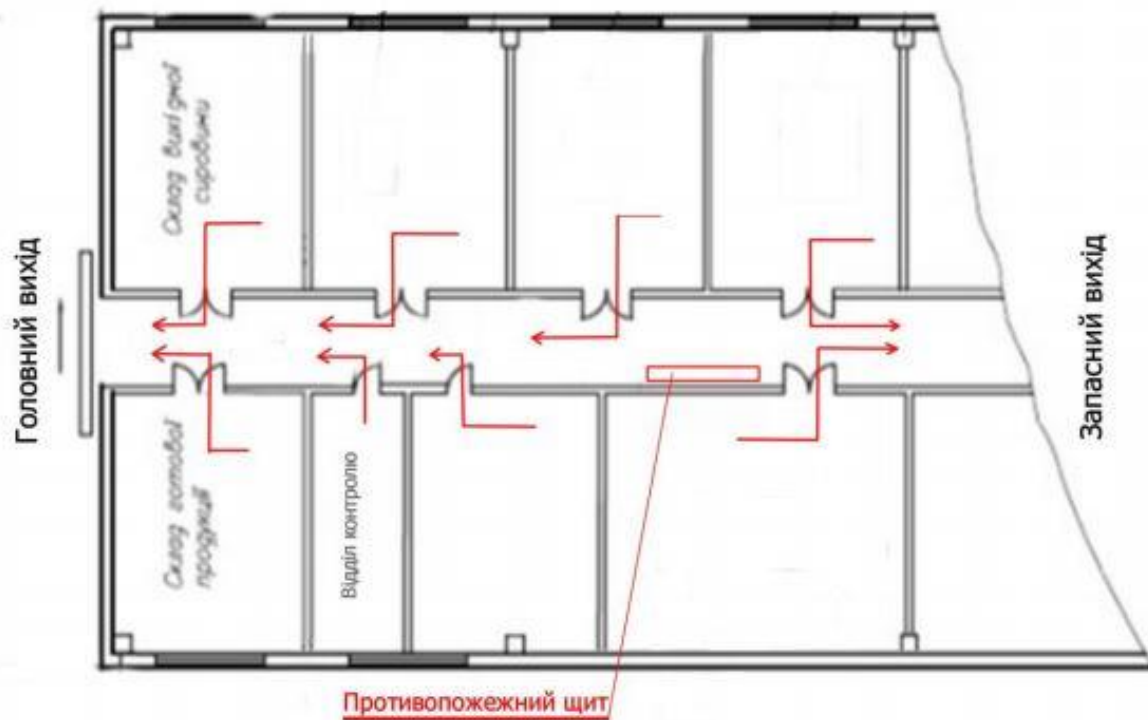


Рисунок 3.2 – План евакуації з цеху

					ДП ФН-61.6105.1103.003.01ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

4 ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ РОЗДІЛ

В організаційному розділі обґрунтовується чисельність основних виробничих та допоміжних робітників, управлінського персоналу, розмірів фондів їх заробітної плати, визначаємо показники продуктивності праці.

4.1 Розрахунок чисельності виробничих робітників

Методика розрахунків планової чисельності працівників окремих категорій визначається специфікою їхньої роботи та галузовими особливостями функціонування підприємства (табл. 4.1).

Для визначення загальної чисельності промислово-виробничого персоналу на плановий період використовують метод коректування базової чисельності або метод розрахунку планової чисельності на підставі повної трудомісткості виготовлення продукції.

Чисельність працівників, зайнятих на нормованих роботах ($Ч_{ос}^{пл}$), розраховують за формулою:

$$Ч_{р.н}^{пл} = \frac{\sum_{i=1}^n t_i * m_i}{T_{р.ч} * K_{в.н}}$$

де n – кількість найменувань продукції;

t_i – планова трудомісткість одиниці i -го виду продукції, нормо-годин;

m_i – кількість продукції i -го виду, одиниць;

$T_{р.ч}$ – розрахунковий ефективний час роботи одного робітника, год.;

$K_{в.н}$ – очікуваний коефіцієнт виконання норми (1,0 – 1,5).

					ДП ФН-61.6105.1103.003.01ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ РОЗДІЛ		
Розроб.		Завертаний					
Перевір.		Троснікова					
Реценз.		П.І.Б.					
Н. Контр.		П.І.Б.					
Затверд.		П.І.Б.					
					Лім.	Арк.	Акрушів
						45	6
					ІФФ, група ФН-61		

Чисельність основних робітників, зайнятих на ненормованих роботах ($\chi_{ос}^{пл}$) (контроль технологічного процесу, управління апаратами, машинами та іншим устаткуванням), розраховують за нормами обслуговування, а саме:

$$\chi_{ос}^{пл} = \frac{m_0 \cdot P_{зм} \cdot K_{п}}{H_{об}}$$

де m_0 – кількість обслуговуваних об'єктів;

$P_{зм}$ – кількість робочих змін протягом доби;

$K_{п}$ – коефіцієнт переведення явочної чисельності в облікову;

$H_{об}$ – норма обслуговування (кількість одиниць обладнання, що обслуговує один працівник).

Таблиця 4.1 – Баланс робочого часу середньооблікового працівника

Показники	Планові значення
Кількість календарних днів	365
Вихідні та святкові дні	113
Час на планово-попереджувальний ремонт, днів	12
Номінальний фонд робочого часу, днів	240
Невиходи на роботу, днів з них:	30
- відпустка	24
- захворювання	4
- дозволені законом	1
- з дозволу адміністрації	1
- прогули	0
- цілодобові простої	0
- страйки	0
Явочний робочий час, днів	210
Середня тривалість робочого дня, год	8
Внутрішньозмінні втрати робочого часу та простої, год	0,3
Робочі години	7,7
Плановий фонд робочого часу за рік, год	1617

Коефіцієнт переведення явочної чисельності в облікову розраховується за формулою (табл.4.2):

$$K_{\Pi} = 100 / (100 - k)$$

де k – плановий відсоток невиходів на роботу ((за даними таблиці 4.1 $k = 30/240 * 100 = 12,5$).

$$K_{\Pi} = 100 / (100 - 12,5) = 1,14$$

Таблиця 4.2 - Розрахунки чисельності основних і допоміжних робітників

Професія, спеціальність	Кваліфікаційний розряд	Явочна чисельність по змінах			Загалом на добу	Коефіцієнт переведення явочної чисельності в облікову	Облікова чисельність
		1-а	2-а	3- я			
Основні робітники							
Оператор взважування	III	1	-	-	1	1,14	1
Оператор гарячого преса	V	1	-	-	1	1,14	1
Пресувальник	V	1	-	-	1	1,14	1
Спікальник	V	1	-	-	1	1,14	1
Разом		4	-	-	4		4
Допоміжні робітники							
Слюсар-ремонтник	IV	1	1	-	2	1,14	2
Черговий слюсар- електрик	IV	1	1	-	2	1,14	2
Транспортувальник - вантажник	II	1	1	-	2	1,14	2
Разом		3	3	-	6		6
Усього робітників							10

4.2 Визначення фонду заробітної плати

Затрати на оплату праці є одним з основних елементів собівартості продукції. Вона складається з:

- основної з/п;
- додаткової з/п;
- інших заохочувальних та компенсаційних витрат.

Основна зарплата – це винагорода за виконану працю відповідно з установленими нормами праці (норми часу, продуктивності, обслуговування, посадові зобов'язання).

Додаткова зарплата – це винагорода за працю окрім установленної норми, за успіхи в праці, за особливі умови праці, за винахідливість. Вона включає доплати, надбавки, премії, пов'язані з виконанням виробничих завдань і функцій.

До інших заохочувальних і компенсаційних виплат належать виплати за підсумками роботи за рік, премії по спеціальних системах і положеннях, компенсаційні грошові і матеріальні виплати, які не передбачені актами законодавства та ін. Практична організація оплати праці ґрунтується на державному і договором регулювання її абсолютного рівня, а також механізмі визначення індивідуальної заробітної платні всіх окремих категорій працівників (робітників, фахівців, що служать, керівників) підприємства.

Основним організаційно-правовим інструментом обґрунтування диференціації заробітної плати працівників підприємств різних форм господарчої діяльності є тарифно-посадова система, елементи якої: тарифнокваліфікаційні довідники; кваліфікаційні довідники посад керівників, спеціалістів і службовців; тарифні сітки й ставки; схема посадових окладів або єдина тарифна сітка (табл.4.3).

					ДП ФН-61.6105.1103.003.01ПЗ	Арк.
						48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 4.3 - Типова тарифна сітка робітників різногалузевих підприємств та організацій

Показник	Тарифні розряди							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Тарифні коефіцієнти	1,0	1,088	1,204	1,350	1,531	1,8	1,892	2,0
Зростання тарифних коефіцієнтів:								
- абсолютне		0,088	0,116	0,146	0,181	0,269	0,092	0,108
- відносне		8,8	10,7	12,1	13,4	17,6	5,1	5,7

Важливим елементом тарифної системи є тарифна ставка. Її абсолютну величину визначають згідно зі встановленим державою мінімальним розміром заробітної плати, тобто таким, нижче за яке вже не можна платити працівнику за виконану норму робочого часу. Так якщо на підприємстві погодинну тарифну ставку для першого розряду встановлено на рівні 28,31 грн., то ставка другого розряду становитиме 30,8 грн., третього 34,1 грн. і так далі. Приклад розрахунку фондів зарплати управлінського та обслуговуючого персоналу наведено у таблиці 4.4, а основних і допоміжних робітників у таблиці 4.5.

Таблиця 4.4 – Розрахунок фонду заробітної плати управлінського та обслуговуючого персоналу

Штатна посада		Чисельність, осіб		Місячний посадовий оклад,грн.		Річний фонд заробітної плати, грн.		
Керівники								
Начальник цеху		1		10800		129600		
Майстер		1		9450		113400		
				ДП ФН-61.6105.1103.003.01ПЗ				Арк.
								49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				

Продовження таблиці 4.4

Разом	2	20250	243000
<i>Спеціалісти</i>			
Провідний інженер-технолог	1	9000	108000
Разом	1		108000
<i>Службові та молодший обслуговуючий персонал</i>			
Обліковець	1	6500	72000
Комірник	1	5500	66000
Прибиральник	1	4800	57600
Разом	3		195600
Усього по дільниці	6		546000

4.2 Розрахунок продуктивності праці

Продуктивність праці розраховується як відношення річного об'єму виробництва до облікового складу всіх робітників цеху.

Таким чином, продуктивність праці (Π) – це річний об'єм продукції, виготовленої в розрахунок на одного робітника цеху.

$$\Pi = G / \sum \text{Ч}$$

$$\Pi = 150000 / (12 + 6) = 8333 \text{ кг/особу}$$

де G – обсяг продукції, виготовленої цехом за рік, кг;

$\sum \text{Ч}$ – чисельність працівників усіх категорій (робітників, управлінського та обслуговуючого персоналу).

Таблиці 4.5 - Фонди заробітної плати основних і допоміжних працівників

Професія, спеціальність	Кваліфікаційний розряд	Годинна тарифна ставка, грн.	Обліковий склад, осіб	Кількість годин роботи за рік		Основна заробітна плата, грн	Розрахунок додаткової заробітної плати, грн					Загальний фонд заробітної плати, грн (7+12)
				одного робітника	усіх		Премії (15% від основ. зар-ти)	За роботу в особливих умовах (5%)	Оплата відпусток (10%)	Інші доплати та надбавки (5%)	Разом (8+9+10+11)	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Основні (технологічні) робітники												
Оператор взважування	4	38.2	1	1617	1617	61769	9265	3088	6177	3088	21618	83387
Оператор гарячого штампування	4	38.2	1	1617	1617	61769	9265	3088	6177	3088	21618	83387
Оператор механічної обробки	4	38.2	2	1617	3234	123538	18530	6176	12354	6176	43236	166774
Пресувальник	5	43.3	1	1617	1617	70016	10502	3500	7005	3500	24507	94523
Спікальник	5	43.3	1	1617	1617	70016	10502	3500	7005	3500	24507	94523
Разом			4			263570						355820
Допоміжні (обслуговуючі) робітники												
Слюсар-ремонтник	4	38.2	2	1617	3234	123538	18530	6176	12354	6176	43236	166774
Черговий слюсар-електрик	4	38.2	2	1617	3234	123538	18530	6176	12354	6176	43236	166774
Транспортувальник	-	30	2	1617	3234	97020	14553	4851	9702	4851	33957	130977
Разом			6			344096						464525
Усього			10			607666						820345

5 ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ

Основне завдання цього розділу – довести, що розроблений проект економічно вигідний

5.1 Розрахунок капітальний вкладень

Капітальні вкладення у виробничі фонди цеху, що проектується складаються з капітальних вкладень в основні фонди (придбання обладнання, транспортних засобів, оснастки інструменту, інвентарю та будівельно-монтажні роботи) та оборотних нормованих засобів (витрати на утворення запасів матеріалів, швидкозношуваних інструментів, запасних частин для поточного ремонту обладнання та ін.). Вартість транспортування устаткування та його монтаж і наладку приймаємо у розмірі 10% від його ціни. Розрахунок капітальних витрат на обладнання приведені в таблиці 5.1.

Таблиця 5.1– Розрахунок капітальних вкладень та обладнання.

Найменування устаткування, його модель або технічна характеристика	Кількість, одиниць	Вартість за одиницю, тис. грн	Загальна вартість, тис. грн	Витрати на транспортування та монтаж, тис. грн	Всього, тис. грн
Основне технологічне устаткування					
1. Гідравлічний прес Dorst TPA120	1	305	305	30	335
2. Піч марки СУV1400	2	229	458	45	503
3 Електроерозійний станок CUT 200	2	30	60	66	66
4. Піч СШО 6,5/12,5	1	50	50	55	55
5. Прес Orma NPC 6/120	1	500	500	50	550
Разом основне технологічне устаткування					1388

					ДП ФН-61.6105.1103.003.01ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	<div style="text-align: center;"> ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ </div>		
Розроб.	Завертаний						
Перевір.	Троснікова						
Реценз.	П.І.Б.						
Н. Контр.	П.І.Б.						
Затверд.	П.І.Б.				ІФФ, група ФН-61		
					Літ.	Арк.	Акрушів
						52	14

Продовження таблиці 5.1

Допоміжне та підйомно - транспортне устаткування					
1.Електроштаблер ЕШ - 188М	3	20	60	6	66
2. Інвентар	-	-	50	7,5	57,5
3. Ваги на марки	2	5	10	1,5	11,5
Разом допоміжне та підйомно-транспортне устаткування					135
Загалом по цеху (виробничій ділянці)					1523

Капітальні вкладення у виробничі будівлі та споруди визначають, виходячи з об'єму ділянки і усереднених нормативів вартості будівельних конструкцій та промислових проводок.

Визначаємо капітальні вкладення в будівництво підприємства. Довжина – 12 м, ширина – 10 м, висота – 6 м, загальною площею 120 м². Капітальні вкладення в будівельно-монтажні роботи визначаємо виходячи з площі та об'єму ділянки, а також нормативної вартості будівництва та санітарно - технічних робіт 1 м будівлі. Необхідно також враховувати витрати на будівництво фундаменту та майданчиків для обладнання.

Розрахунки капітальних вкладень (враховуючи середні ринкові ціни на елементи будівельно-монтажних робіт) на будівництво цеху приведені в таблиці 5.2.

Таблиця 5.2 – Розрахунки капітальних вкладень на будівництво цеху

Елементи капітальних вкладен	Одиниця вимірювання	Об'єм будівлі, м ³	Вартість	Загальна, тис.грн.
			Одиниці,грн	
1. Виробничі приміщення	м ³	1980	600	1188
1.1 Водопостачання			4,0	7,9
1.2 Каналізація			3,5	6,93
1.3 Електропроводка			6,0	11,88
1.4 Вентиляція			6,0	11,88
Всього			1226,59	
2. Побутові приміщення	м ³	612	500	306
2.1 Водопостачання			5,0	3,06
2.2 Каналізація			12,0	7,34
2.3 Електропроводка			7,0	4,28
2.4 Вентиляція			9,0	5,51
Всього			629,13	
3. Зовнішній благоустрій				10
4. Невраховані витрати				90
Загальна вартість будівлі			1955,72	

Розраховуємо норматив оборотних коштів. Найбільшим за розміром є поточний запас матеріалів.

Середній поточний запас (Зм) визначаємо за формулою:

$$Зм = Мд \cdot Т_{пост} / 2$$

де Мд – середньодобове споживання сировини та матеріалів, грн;

Тпост – інтервал між поставками матеріалів у днях (приймається в межах 15-30 днів).

Середньодобове споживання матеріалів визначається як вартість річної потреби в основних та допоміжних матеріалах, сировині, запасних частинах, інвентарю, спецодягу тощо, розділених на 240 (де 240 – розрахункове число днів за рік).

$$Зм = 4500000 \cdot 30 / 240 \cdot 2 = 281,3 \text{ тис. грн.}$$

Величину всіх інших елементів загального нормативу оборотних коштів (транспортного, підготовчого та резервного запасів матеріалів; незавершеного виробництва; витрат майбутніх періодів; готової продукції на складі та ін.) приймаємо на рівні 50% від розрахованого нормативу поточних запасів, що складає 4094,94 тис. грн. Загальний розмір капіталовкладень у формування оборотних коштів дорівнює сумі вартості всіх вказаних елементів. Таким чином, загальний річний норматив оборотних коштів (НЗАГ) по об'єкту, що проектується, складе:

$$Н_{заг} = Зм \cdot 1,5$$

де Зм – норматив поточних запасів;

$$Н_{заг} = 1,5 \cdot 281,3 = 421,9 \text{ тис. грн.}$$

Після цього розраховуємо загальні капітальні вкладення в об'єкт, що проектується (табл. 5.3).

Таблиця 5.3 - Розрахунок загальних капітальних вкладень

Елементи капіталовкладень	Сума	
	Тис.грн	%
1. Будівлі:	1226,59	32,27
1.1. Виробничі		
1.2 Побутові	629,13	16,55
2. Устаткування	1388	36,52
2.1 Основне технологічне		

Продовження таблиці 5.3

2.2. Допоміжне та підйомно-транспортне	135	3,55
3. Норматив оборотних коштів	421,9	11,1
Всього капіталовкладень у виробничі фонди	3800,62	100%

5.2 Визначення планової собівартості одиниці продукції

З метою визначення економічної доцільності запроєктованого виробництва певного виду продукції розраховують її собівартість, яка являє собою грошовий вираз витрат підприємства на виробництво і реалізацію цієї продукції. Процес обчислення собівартості окремих видів продукції називають калькулюванням. У промисловості найчастіше застосовується така номенклатура калькуляційних статей витрат:

- сировина і матеріали (за вирахуванням зворотних відходів);
- паливо та енергія на технологічні цілі;
- основна заробітна плата технологічних робітників;
- додаткова заробітна плата технологічних робітників;
- єдиний соціальний внесок;
- витрати на утримання і експлуатацію устаткування;
- загальновиробничі витрати;
- втрати внаслідок технічно неминучого браку;
- інші виробничі витрати;
- адміністративні витрати;
- витрати на підготовку та освоєння нового виробництва;
- позавиробничі витрати на збут продукції.

Сума перших дев'яти статей становить виробничу собівартість, а сума всіх 12 статей – повну собівартість виготовленої продукції.

					ДП ФН-61.6105.1103.003.01ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

Для кожного об'єкта калькулювання вибирається калькуляційна одиниця – одиниця його кількісного вимірювання. Калькуляційна одиниця для продукції об'єкту, що проектується - порошкова металургія, виробництво спечених виробів та композиційних матеріалів - одна тонна, один кілограм, один виріб.

На стадії проектування складається планова калькуляція собівартості продукції, яка дозволяє здійснити техніко-економічне обґрунтування розробленого проекту цеху чи виробничої ділянки.

5.2.1 Розрахунок витрат на сировину і матеріали

Витрати на сировину і матеріали розраховуються як сума добутків норм витрачання різних видів сировини й матеріалів (за даними матеріальних балансів табл. 1.3) та вартості одиниці відповідних видів сировини й матеріалів. Виконані розрахунки оформлюють по формі (табл. 5.4).

Значення коефіцієнта, що враховує додаткові транспортно-заготівельні витрати, рекомендується приймати на рівні 1,1.

Таблиця 5.4 – Розрахунок вартості сировини основних і допоміжних матеріалів на річну виробничу програму

Найменування видів сировини і матеріалів	Одиниця виміру	Витрати на річну програму	Оптова ціна за одиницю, грн.	Коефіцієнт, що враховує транспортно-заготівельні витрати	Сума за річну потребу, тис.грн.
Сировина та основні матеріали					
Порошок СП50Х	кг	150000	30	1,1	4950
Всього вартість сировини та матеріалів					4950

5.2.2 Витрати на паливо та енергію

До цієї статті калькуляції відносять вартість річних затрат технологічних енергоносіїв: електроенергії, природного газу, пари, стиснутого повітря, гарячої

					ДП ФН-61.6105.1103.003.01ПЗ	Арк.
						57
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

води та ін. носіїв енергії. Суму витрат обчислюють у відповідності до норм витрат певних видів енергоресурсів і діючих тарифів та цін.

У разі відсутності норм витрат електроенергії використовують розрахунковий метод, за яким витрачання цього виду ресурсів визначають по встановленій потужності струмоприймачів, планового фонду часу роботи відповідного устаткування та коефіцієнта втрат електроенергії

Розрахунок кількості електроенергії та інших джерел енергоносіїв, яка необхідна для забезпечення нормальної роботи цеху приведений в енергетичному розділі (табл.. 2.1 та 2.2).

Вартість витрат електричної енергії на освітлення та обладнання береться 2,62 грн. за кВт-год. Дані по енергозатратам приведені у таблиці 5.5.

Таблиця 5.5 – Відомість витрат енергоносіїв (електроенергії, води)

Споживачі енергоносіїв	Вид енергоносія	Одиниця виміру	Річні витрати	Ціна електроенергії за 1 кВт-год	Вартість на рік, тис. грн
Операції у відповідності до технологічного процесу (технологічне та допоміжне устаткування)	електроенергія	кВт-год	251509	1,83	460,26
Освітлення виробничих та побутових приміщень	електроенергія	кВт-год	17415,8	2,62	31,870
Господарчо-санітарні потреби	технічна вода	тис. м ³	9,8	900	8,82
Загально річна вартість енергоносіїв					500,95

5.2.3 Основна та додаткова заробітна плата

Стаття «Основна заробітна плата технологічних робітників» містить витрати на оплату праці за тарифними ставками, відрядними розцінками та посадовими

окладами робітників, безпосередньо зайнятих виконанням технологічних операцій з виготовлення продукції.

Стаття «Додаткова заробітна плата технологічних робітників» включає премії, пов'язані з виконанням виробничих завдань і функцій; надбавки й компенсаційні виплати, передбачені чинним законодавством. Визначається на рівні 5-20% від величини основної заробітної плати.

Професійно-кваліфікаційний склад технологічних робітників визначають по даним підприємства, де студент проходить переддипломну практику, або по нормам обслуговування технологічного обладнання (методом розстановки по робочим місцям). Вказана чисельність робітників вважається розстановочним штатом. Для визначення облікового штату розстановочна чисельність збільшується на коефіцієнт 1,14, який враховує додаткову чисельність персоналу на компенсацію чергових та додаткових відпусток, хвороб, скорочення робочого дня підліткам та ін. втрат робочого часу.

Розрахунок фондів заробітної плати основних та допоміжних робітників приведений в організаційному розділі (табл. 4.5). Загальний фонд основної та додаткової заробітної плати технологічних робітників складає 3 330 200 грн.

5.2.4 Єдиний соціальний внесок

Ця стаття містить обов'язкове відрахування на загальнодержавне соціальне страхування. З 1 січня 2016 р. ставка ЄСВ складає 22 %, від суми основної та додаткової заробітної плати. Базою для нарахування ЄСВ слугує загальний фонд заробітної плати по цеху.

5.2.5 Витрати на утримання і експлуатацію устаткування

Стаття «Витрати на утримання і експлуатацію устаткування» є комплексною й охоплює амортизаційні відрахування на повне відтворення виробничого устаткування, підйомно-транспортних засобів; витрати на проведення усіх видів ремонту та міжремонтного обслуговування. Норматив

					ДП ФН-61.6105.1103.003.01ПЗ	Арк.
						59
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

витрат на цю статтю встановлюється кожним підприємством у відсотках до статті «Основна заробітна плата технологічних робітників» або до балансової вартості всього технологічного, допоміжного та підйомнотранспортного устаткування.

У разі відсутності даних по підприємству-аналогу, цей норматив можна приймати на рівні 0,3 % від розрахованої суми капіталовкладень у даний вид основних засобів (табл. 5.1):

$$1523 * 0,3 = 456,9 \text{ тис. грн.}$$

5.2.6 Загальновиробничі та загальногосподарські витрати

До цієї статті планової калькуляції належать:

- амортизація основних фондів та нематеріальних активів загальновиробничого призначення;
- витрати на управління виробництвом в межах виробничого об'єкта, що проектується (оплата праці апарату управління цеху чи ділянки з відрахуваннями на соціальні заходи, витрати на службові відрядження, офісні витрати в межах цеху чи ділянки);
- витрати на утримання, експлуатацію та ремонт основних фондів загальновиробничого призначення;
- витрати на удосконалення технології та організації виробництва;
- витрати на освітлення, опалення, водопостачання виробничих приміщень;
- витрати на охорону праці, техніку безпеки і охорону навколишнього середовища та ін.

Загальновиробничі та загальногосподарські витрати встановлюють на рівні 180% від величини статті «Основна заробітна плата технологічних робітників»:

$$263,57 * 1,8 = 474,43 \text{ тис. грн.}$$

					ДП ФН-61.6105.1103.003.01ПЗ	Арк.
						60
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5.2.7 Втрати внаслідок технічно неминучого браку та інші виробничі витрати

При калькулюванні собівартості продукції «Втрати внаслідок технічно неминучого браку» та «Інші виробничі витрати» часто об'єднують в одну статтю витрат, а іноді ці обидві статті включають до складу «Загальновиробничих витрат». Норматив вказаних витрат встановлюється по даним підприємства-аналога, а при відсутності таких даних на рівні:

«Втрати внаслідок технічного неминучого браку» та «Інші виробничі витрати» 10% від основної заробітної плати технологічних робітників:

$$263,57 * 0,07 = 18,45 \text{ тис. грн.}$$

5.2.8 Адміністративні витрати

Калькуляційна стаття «Адміністративні витрати» включає витрати на обслуговування та управління підприємством: оплата праці працівників апарату управління підприємством з відрахуванням на соціальні заходи; утримання, ремонт та обслуговування загальнозаводських основних фондів; витрати на підготовку та перепідготовку кадрів; оплата послуг банків; страхування майна підприємства; витрати на сторожову та пожежну охорону; податки та інші обов'язкові платежі тощо.

Значення цієї статті витрат встановлюється у відповідності до нормативу підприємства-аналогу, бо на різних підприємствах адміністративні витрати коливаються в межах 60% від основної заробітної плати технологічних робітників:

$$263,57 * 0,6 = 158,14 \text{ тис. грн.}$$

5.2.9 Витрати на підготовку та освоєння нового виробництва

До цієї статті належать витрати:

- на підготовку та освоєння нової продукції;

					ДП ФН-61.6105.1103.003.01ПЗ	Арк.
						61
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- на освоєння нових технологічних процесів;
- на запуск у виробництво нових цехів, ділень і окремих агрегатів;

Норматив вказаних витрат встановлюють за даними підприємства-аналога, а у разі їх відсутності на рівні 40% від величини статті «Основна заробітна плата технологічних робітників»:

$$263,57 * 0,3 = 79,07 \text{ тис. грн.}$$

5.2.10 Позавиробничі витрати на збут продукції

Дана стаття включає витрати на реалізацію продукції підприємства:

- відшкодування вантажно-розвантажувальних, складських, пакувальних, транспортних і страхових витрат;
- маркетингові витрати (реклама, участь у виставках, дослідження ринку);
- витрати на гарантійний ремонт та гарантійне обслуговування; У відсотках до виробничої собівартості (сума 9-ти перших статей калькуляції) витрати на збут становлять близько 7,5%.

5.2.11 Складання планової калькуляції собівартості продукції

На основі виконаних розрахунків розробляємо основний документ економічної частини проекту планова калькуляція собівартості продукції (табл. 5.6).

					ДП ФН-61.6105.1103.003.01ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		62

Таблиця 5.6 - Планова калькуляції собівартості річного обсягу виробництва продукції

Статті витрат	Одиниця виміру	Кількість на річну програму	Планова ціна за одиницю, грн.	Витрати на річну програму, тис. грн.
1	2	3	4	5
1. Основні матеріали 1.1 Порошок СП50Х	кг	165000	30	4950
2. Паливо та енергія для технологічних цілей 2.1 Електроенергія	кВт-год	268924	1,83	492,13
3. Основна заробітна плата технологічних робітників				263,57
4. Додаткова заробітна плата технологічних робітників				92,25
5. Єдиний соціальний внесок (22%)				78,28
6. Витрати на утримання і експлуатацію устаткування				456,9
7. Загальновиробничі та загальногосподарські витрати				474,43
8. Втрати внаслідок технічного неминучого браку				18,45
9. Адміністративні витрати				158,14
10. Витрати на підготовку та освоєння нового виробництва				79,07
11. Позавиробничі витрати на збут продукції				353,16
12. Інші виробничі витрати				52
Всього повна собівартість річного обсягу виробництва продукції				7468,38

Річна продуктивність цеху становить 150000 кг, маса виробу складає 232 г., то річна продуктивність відповідно 646551 шт./рік

Тому повна собівартість 1 кг продукції складає $7468380/150000 = 49,79$ грн/кг, або $7468380/646551 = 11,55$ грн/шт.

5.3 Оцінка ефективності проектних рішень

Порівняння здійснюємо за такими показниками:

- трудомісткість продукції (зворотний показник продуктивності живої праці);
- капіталомісткість (фондомісткість) продукції;
- період окупності капітальних витрат.

Трудомісткість продукції визначається як відношення витраченої кількості праці до загального обсягу виробленої продукції. Технологічна трудомісткість одиниці продукції розраховується як сума витрат часу по окремим операціям технологічного процесу. Менш точно технологічну трудомісткість (Т) у норма-годинах можна вирахувати за формулою:

$$T = (Ч_{\text{тех}} * \Phi^{\text{пл}}) / Q$$

де $Ч_{\text{тех}}$ - загальна чисельність технологічних робітників, осіб;

$\Phi^{\text{пл}}$ - плановий фонд робочого часу за рік одного робітника, год.;

Q - повний річний обсяг виробництва продукції.

$$T = 10 \cdot 1617 / 10000 = 0,1078 \text{ норма-годин/кг}$$

Капіталомісткість (фондомісткість) продукції (K_G) визначається як величина загальних капітальних витрат ($K_{\text{заг}}$) у будівництво чи реконструкцію цеху, на технічне переоснащення виробництва до річного планового обсягу виробництва продукції:

$$K_G = K_{\text{заг}} / G$$

$$K_G = 3464986 / 150000 = 23.1 \text{ грн/кг.}$$

Грошовий потік за рік розраховується як сума чистого прибутку та амортизаційних відрахувань, визначених за рік експлуатації спроектованого студентом об'єкту:

$$\Gamma_{\text{Пр}} = 0,82 \cdot (Ц - C_{\text{п}}) \cdot G + \sum A$$

Ц – ринкова ціна одиниці продукції, грн;

$C_{\text{п}}$ – повна собівартість одиниці продукції, грн;

					ДП ФН-61.6105.1103.003.01ПЗ	Арк.
						64
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ΣA – загальна річна сума амортизаційних відрахувань, грн..

Загальна річна сума амортизаційних відрахувань розраховується, виходячи з вартості основних фондів та встановлених норм амортизаційних відрахувань (табл. 5.7).

Таблиця 5.7 - Розрахунок сум річних амортизаційних відрахувань

Об'єкт амортизації	Ціна, грн	Відсоток амортизації	Сума амортизаційних відрахувань, грн
Будівлі	1955720	8	156457
Обладнання	1523000	24	365520
Всього амортизаційних відрахувань			521977

$$ГП_r = 0,82 \cdot (25 - 11,55) \cdot 150000 + 521977 = 2176327 \text{ грн}$$

Найбільш розповсюдженим показником економічної ефективності капітальних витрат на нове будівництво, реконструкцію, впровадження нового обладнання чи технології, є період окупності капітальних витрат ($P_{ок}$), який має критеріальний характер:

$$P_{ок} = K_{заг} / ГП_r < P_{ок}^H$$

де $ГП_r$ – річна сума грошового потоку, грн;

$P_{ок}^H$ – нормативний період окупності, 3-7 років.

$$P_{ок} = \frac{7468380}{2176327} = 3,4 \text{ роки}$$

Робимо висновок, що розроблений проект є економічно доцільним.

Всі витрати на створення виробництва осердь кільцевої форми окупаються приблизно через 3,4 роки.

Перелік техніко-економічних показників наведений в таблиці 5.8.

Таблиця 5.8 - Техніко-економічні показники спроектованого об'єкта

Найменування показника	Одиниця виміру	Значення
Річний плановий обсяг виробництва продукції (G)	кг	1 0000
Загальна площа цеху	м ²	120
Виробнича площа цеху	м ²	100
Капіталомісткість продукції (K_G)	грн	23,1
Загальна чисельність працівників	осіб	12
Загальний річний фонд заробітної плати	грн	820345
Середньомісячна зарплата одного працівника	грн	6836
Річний виробіток на одного працівника	кг/особу	8333
Технологічна трудомісткість продукції (t)	нормо-години/кг	0,11
Повна собівартість одиниці продукції	грн/кг	11,55
Період окупності ($P_{ок}$)	років	3,4

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДП ФН-61.6105.1103.003.01ПЗ

Арк.

66

ВИСНОВКИ

В даному дипломному проекті було розроблено виробництво для виготовлення деталей, які будуть працювати при високих температурах у вузлах тертя. Продуктивність даного підприємства повинна становити 10 тон на рік. Було обрано деталь – втулка підшипника ковзання циліндричної форми.

За умовами експлуатації було обрано композиційний матеріал на основі заліза, міді та графіту, який буде забезпечувати високі механічні та антифрикційні властивості. Також в роботі розглянуто технологічну схему отримання даної деталі, яка забезпечує високий рівень якості продукції при мінімальній кількості операцій.

Розрахувавши матеріальний баланс, було встановлено кількість матеріалу, яку потрібно використати в день, скільки для цього необхідно обладнання, та яке саме обладнання доцільно використовувати на тій чи іншій операції.

Для визначеного обсягу виробництва 10 000 кг було спроектовано план ділянки, а також обладнання з відповідними характеристиками для даного проєкту.

В цеху були застосовані всі заходи з організації охорони праці.

Розроблено енергетичний та організаційний розділ, де проведено розрахунки витрат на електроенергію, заробітню плату та кількість робочих цеху.

Проведені економічні розрахунки щодо доцільності даного проєкту, термін окупності складає 3,4 роки.

					ДП ФН-61.6105.1103.003.01ПЗ		
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.					ВИСНОВКИ		
Перев.							
Н. Контр.							
Затв.							
						Літ.	Аркуш
							Аркушів
						67	1
						КПІ імені Ігоря Сікорського каф. ВТМ та ПМ гр. ФН-61	

CONCLUSIONS

In this diploma project, production was developed for the manufacture of parts that will operate at high temperatures in the friction units. The productivity of this enterprise should be 10 tons per year. A part was chosen - a sleeve of a cylindrical plain bearing.

Under the operating conditions, a composite material based on iron, copper and graphite was selected, which will provide high mechanical and antifriction properties. The paper also considers the technological scheme of obtaining this part, which provides a high level of product quality with a minimum number of operations.

After calculating the material balance, it was determined the amount of material that should be used per day, how much equipment is needed for this, and what equipment should be used in a particular operation.

For a certain production volume of 10,000 kg, a site plan was designed, as well as equipment with the appropriate characteristics for this project.

All measures for the organization of labor protection were applied in the shop.

An energy and organizational section was developed, where calculations of electricity costs, wages and the number of workers were made.

Economic calculations on the feasibility of this project, payback period is 3.4 years.

					ДП ФН-61.6105.1103.003.01ПЗ				
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					
Розроб.					CONCLUSIONS				
Перев.									
Н. Контр.									
Затв.									
					Літ.	Аркуш	Аркушів		
						68	1		
					КПІ імені Ігоря Сікорського каф. ВТМ та ПМ гр. ФН-61				

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Кипарисов С.С. Порошковая металлургия: Учебное пособие для вузов / С.С. Кипарисов, Г.А. Либенсон. – М. : Металлургия, 1971. – 528 с.
2. Березин В.Б. Антифрикционные материалы: Справочник/ В.Б. Березин, Н.С. Прохоров, Г.А. Рыков, А.М. Хайкин. – М.: Энергоатомиздат, 1983. – 504 с.
3. Раскатов В.М. Машиностроительные материалы: Краткий справочник / В.М. Раскатов, В.С. Чуенков, Н.Ф. Бессонова, Д.А. Вейс. – М. : Машиностроение, 1980. – 511 с.
4. Францевич И.Н. Порошковая металлургия. Материалы, технология, свойства, области применения : Справочник / И.М. Федорченко, И.Н.Францевич, И.Д. Радомысельский и др. – К. : Наук. думка, 1985. – 624 с.
5. Кипарисов С.С. Оборудование предприятий порошковой металлургии: Учебник для вузов / С.С. Кипарисов, О.В. Падалко. – М. : Металлургия, 1988. – 448 с.
6. Степанчук А.Н., Билык И.И., Бойко П.А. Технология порошковой металлургии. – К.: Выща шк., Головное изд-во, 1989. – 415 с.;
7. Шатта В. Порошковая металлургия спеченные и композиционные материалы / В. Шатта. – М. : «Металлургия», 1983 – 520 с.
8. ДСанПіН 3.3.2-007-98. Государственные санитарные правила и нормы.
9. ДСН 3.3.6.042-99 Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень. – К.: Міністерство охорони здоров'я України. Головний державний санітарний лікар України, 1999
10. ДБН В.2.5.28-2006. «Природне та штучне освітлення»
11. ПУЕ-7 «Заземлення і захисні заходи електробезпеки».

					ДП ФН-61.6105.1103.003.01ПЗ				
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	<div>ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ</div>				
Розроб.									
Перев.									
Н. Контр.									
Затв.					<div><div>Літ.</div><div>Аркуш</div><div>Аркушів</div></div> <div>691</div> <div>КПІ імені Ігоря Сікорського каф. ВТМ та ПМ гр. ФН-61</div>				

[illegible]

[illegible]

[illegible]